

Vincenzo Caroniti

Infra-Free Life (IFL): trasferimento tecnologico e qualificazione degli insediamenti abusivi

Il caso dell'area periurbana del Comune di Giffoni Sei Casali

tesi di dottorato
XXII ciclo 2007 - 2009

tutors
GABRIELLA CATERINA
SERENA VIOLA

international tutor
SERKAN ANILIR

coordinatore
GABRIELLA CATERINA

gennaio 2010

DOTTORATO DI RICERCA IN RECUPERO EDILIZIO E AMBIENTALE
Università degli Studi di Napoli "Federico II" – Università degli Studi di Genova – Università degli Studi di
Palermo

INDICE

Introduzione – Preface	I
1 Le trasformazioni indotte nelle aree periurbane dall’edilizia abusiva diffusa	1
1.1. Dinamiche di trasformazione dell’edilizia abusiva sul sistema insediativo periurbano	2
1.2. Conflitti generati dall’edilizia abusiva sulle aree periurbane	7
1.3. Tendenze recenti per la qualificazione dell’edilizia abusiva. Esperienze pilota	10
1.3.1. Fonti rinnovabili di energia ed efficienza energetica – NEXT 21	12
1.3.2. Impiego delle risorse territoriali – Il villaggio bioenergetico di Jühnde	17
1.3.3. Tecnologie high tech per la gestione dei rifiuti e delle acque di scarico – Lübeck	19
1.3.4. Tecnologie low tech per la gestione dei rifiuti e delle acque di scarico – Bessenbach	20
1.4. Il caso studio: il territorio periurbano del comune di Giffoni Sei Casali	23
1.4.1. L’edilizia abusiva nel territorio periurbano di Giffoni Sei Casali	23
1.4.2. L’ipotesi di qualificazione del territorio periurbano attraverso l’istituzione di un Parco Agricolo	29
2 Proposta di estensione della ricerca Infra-Free al Parco Agricolo di Giffoni Sei Casali	31
2.1. La ricerca Infra-Free dell’Università di Tokyo: il trasferimento della tecnologia aerospaziale all’edilizia	32
2.1.1. L’ambito di ricerca e gli obiettivi	32
2.1.2. Gli scenari del trasferimento tecnologico	39
2.2. Proposta di un Progetto Pilota Infra-Free nel Parco Agricolo di Giffoni Sei Casali	45
2.2.1. I requisiti per l’applicabilità della ricerca Infra-Free all’edilizia abusiva diffusa	45
2.2.2. Valutazione comparativa per la scelta dell’area pilota	47
2.2.3. Caratteristiche dell’area pilota	48
3 Ipotesi di trasferimento tecnologico per l’area pilota	79
3.1. Le tecnologie per la qualificazione degli insediamenti abusivi	80
3.1.1. La biodigestione anaerobica	80
3.1.2. Gli ecosistemi umidi artificiali	98
3.1.3. Scenario 1: intervento per le costruzioni isolate	103
3.1.4. Scenario 2: intervento per le costruzioni in insediamento	104
3.2. Applicabilità della biodigestione anaerobica al Progetto Pilota	105
3.2.1. Modello di calcolo del sistema di biodigestione anaerobica	105
3.2.2. Stima della produzione potenziale di biogas	108
4 Lo stile di vita Infra Free (Infra-Free Life) nell’ambito delle strategie del Parco Agricolo	131
4.1. Prospettive di qualificazione per il sistema naturale e rurale produttivo	133
4.2. Prospettive di qualificazione per il sistema insediativo residenziale	134
Bibliografia	137
Appendice	141

Introduzione

Nel 1956 negli Stati Uniti d'America la legge denominata "Federal Highway Act" proponeva di disperdere sul territorio fabbriche, depositi e magazzini, e popolazione, in breve di portare una rivoluzione nelle abitudini di vita degli americani. Il manifestarsi di un mutato modo di concepire la città moderna è testimoniato anche da un breve articolo apparso sulla rivista *Fortune* nel gennaio del 1958 il cui titolo recitava semplicemente "Urban Sprawl" ed in cui l'autore e critico della società William H. Whyte osservava già come le autostrade stavano permettendo l'estensione rapida delle città nelle aree rurali ad esse circoscrutte: "larghe chiazze di quella che un tempo era campagna sono diventate vasti e deserti soffocati dallo smog, non più definibili né città, sobborghi o campagna"¹.

Circa dieci anni più tardi, Lewis Mumford, scrivendo dell'evoluzione e del futuro delle città, ha posto l'attenzione sui cambiamenti avvenuti nel modo di stanziarsi dell'uomo nel corso dell'ultimo secolo². Secondo il suo parere tali mutazioni sono state causate dallo sviluppo di mezzi di trasporto rapidi e da quelli di comunicazione istantanei. Ne è risultato che la città compatta non fosse più l'unico modello urbano adatto a stabilire fra larghe masse rapporti di cooperazione e intimo contatto. Ovunque il terreno avesse prezzi ragionevoli, i sobborghi hanno potuto svilupparsi rapidamente intorno ai centri urbani secondo modelli scomposti, individualistici e quasi antisociali nel loro apparire dispersi e casuali.

Al giorno d'oggi il termine "sprawl" è entrato nel parlare comune degli americani, assumendo un'accezione in genere negativa includendo diversi significati: sobborghi costruiti rapidamente nei dintorni di aree metropolitane e caratterizzate da edilizia di scarso valore, aree residenziali monotone dal punto di vista architettonico, brutte strade di accesso allineate con strisce di negozi, uno stile di vita incentrato sull'uso dell'automobile.

In Europa il fenomeno della diffusione edilizia ha origini più recenti ed ormai è più legato dalla crescita della popolazione³. Prove evidenti hanno mostrato che la pressione demografica ha accompagnato l'evoluzione del fenomeno della diffusione edilizia in Europa lungo gli scorsi cinquant'anni ma che al giorno d'oggi vari altri importanti fattori guidano il suo sviluppo, inclusi le preferenze abitative individuali, le maggiori possibilità di spostamento, decisioni sugli investimenti commerciali e l'appropriatezza e l'efficacia delle politiche di uso dei territori a tutti i livelli di governo. Ad esempio la diffusione edilizia è particolarmente presente nei paesi o nelle regioni beneficiati dalle politiche regionali dell'UE.

Evidenze dimostrano anche che laddove vi è carenza di programmazione territoriale, lo sviluppo decentralizzato prende il sopravvento e la diffusione urbana si manifesta meccanicamente causando in tempi più recenti, anche l'invasione delle aree intorno a centri di più piccole dimensioni, lungo corridoi di traffico, e lungo le coste generalmente connesse a valli fluviali. Al

¹ FRUMKIN, H., FRANK, L., JACKSON, R., 2004. *Urban Sprawl and Public Health – Designing, Planning and Building*. Washington D.C.: Island Press, p. 1 (traduzione a cura dello scrivente).

² MUMFORD, L., 1971. *Il futuro della città* (traduzione di Anna Del Bo). Sancasciano Val di Pesa, Firenze: Officine Grafiche Fratelli Stianti, p. 96.

³ EEA (European Environment Agency), 2006. *Urban Sprawl in Europe. The ignored challenge* [online]. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Disponibile su http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2006_10/eea_report_10_2006.pdf [16/11/2009].

contrario, laddove la crescita intorno alle periferie è coordinata attraverso forti politiche urbane, prevalgono forme più compatte di insediamenti.

In Italia l'evoluzione della diffusione urbana è stata spesso accompagnata dal fenomeno dell'abusivismo edilizio che, a partire dagli anni '60, ha trovato un terreno fertile nello stabilirsi di una rete di convenienze reciproche fra vari soggetti pubblici e privati e spesso della malavita organizzata ed ha consegnato in molte regioni, soprattutto del meridione, territori periurbani profondamente modificati dalla diffusione di edilizia costruita eludendo e aggirando gli strumenti di controllo e pianificazione del territorio.

La sistematicità delle politiche di sanatoria, che a partire dagli anni ottanta sono state riproposte ciclicamente nel panorama normativo, hanno reso necessario il ricorso a politiche tradotte poi in disposizioni normative che da un lato fossero in grado di contenere il fenomeno e dall'altro dessero gli strumenti per intervenire ex post allo scopo di riqualificare i territori interessati da fabbricati costruiti illecitamente e condonati.

Molte esperienze fino ad oggi condotte mostrano il fallimento o l'inapplicabilità degli strumenti proposti, a cominciare dalla Legge 47/85, primo provvedimento normativo in materia. Tali politiche volte al controllo sul territorio e all'effetto deterrente verso i reati edilizi, quanto a riassorbire i tessuti insediativi informali entro le maglie degli strumenti di pianificazione, hanno il limite di voler assimilare forzatamente ad aree urbane i contesti periurbani abusivi cresciuti generalmente in modo disomogeneo e sparso.

La ricerca indaga un approccio alternativo alla qualificazione degli insediamenti abusivi diffusi che trovi il suo fondamento nel riconoscimento delle potenzialità e dei valori connaturati anche nel territorio periurbano più alterato. La ricerca muove dalla tendenza di tipo ambientale consolidatasi negli ultimi decenni che riconosce al paesaggio nella sua interezza sia un valore patrimoniale che di risorsa attribuendo qualità anche ai paesaggi minori e più ordinari. Questa tendenza trova il suo riferimento principale nella Convenzione Europea del Paesaggio, documento adottato dal Comitato dei Ministri della Cultura e dell'Ambiente del Consiglio d'Europa il 19 luglio 2000.

La Convenzione, firmata da ventisette Stati della Comunità Europea e ratificata da dieci tra cui l'Italia, definisce il Paesaggio quale *"determinata parte del territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dalle azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni"* (articolo 1, lettera a); esso *"(...) comprende i paesaggi terrestri, le acque interne e marine. Concerne sia i paesaggi che possono essere considerati eccezionali, sia i paesaggi della vita quotidiana sia i paesaggi degradati."* (articolo 2).

Nello specifico la ricerca ha scelto il territorio rurale del comune di Giffoni Sei Casali come caso studio esemplificativo di area periurbana profondamente modificata da interventi edilizi illeciti. Per essa il governo locale, rifiutando l'applicazione di rigidi modelli precostituiti basati su azioni restrittive e vincolistiche, ha individuato la strategia dell'azione qualificativa nell'istituzione di un Parco Agricolo, riconoscendo al sistema rurale – produttivo la capacità di attuare una tutela attiva del territorio e mitigatrice dei conflitti generati dalle azioni trasformative illecite.

Nell'ambito dell'azione qualificativa del Parco Agricolo il carattere di frammentarietà e incompiutezza dell'edilizia illecita è colto come opportunità al perfezionamento e al miglioramento, attitudine che fa degli insediamenti abusivi elementi flessibili e modulabili e

quindi fondamentali tasselli in un'operazione di ricucitura e riequilibrio tra i vari frammenti urbani stessi e gli ambiti naturale e agricolo produttivo in cui si inseriscono.

Da questi assunti deriva che persino la carenza o la mancanza di infrastrutturazione primaria nell'edilizia abusiva diffusa può diventare occasione per favorire la crescita di dotazioni e servizi "puntuali" più sostenibili e consumatori di minori risorse energetiche. Attraverso interventi che propongano un salto tecnologico verso un'impiantistica che faccia uso di dispositivi energetici rinnovabili, di sistemi intelligenti di smaltimento e riciclo dei rifiuti, gli insediamenti di carattere illecito potrebbero dar vita a prototipi di comunità la cui convivenza è basata su una scelta tecnologica che si ponga come elemento di rottura con le pratiche degenerative del passato.

Questa visione trova conforto nel progetto denominato "Infra-Free", condotto all'Università di Tokyo, e nel suo non convenzionale assunto di base per cui l'evoluzione dello scenario urbano futuro verso forme insediative più sostenibili si ottiene solo nella misura in cui queste siano in grado di slegare il loro sviluppo dall'implementazione delle infrastrutture a rete. Queste ultime hanno dimostrato infatti di essere una delle cause principali di consumo e spreco di risorse e materie prime e sono inoltre caratterizzate da alti costi di installazione, gestione e manutenzione, nonché da estrema inaffidabilità in caso di calamità naturali. La ricerca Infra-Free, indagando quali siano le possibilità offerte dall'innovazione tecnologica, soprattutto riferita all'ambito aerospaziale, tenta di valutare in che misura queste siano trasferibili nell'ambito edilizio allo scopo di prefigurare scenari di integrazione e gestione delle acque di scarico, dei rifiuti organici domestici e quelli vegetali derivanti dalle manutenzioni del verde o dalle attività agricole come risorse all'interno del ciclo di funzionamento dell'intero sistema abitativo.

Scegliendo un approccio di tipo Infra-Free, la ricerca ha selezionato un'area campione, una porzione di territorio periurbano del comune di Giffoni Sei Casali in provincia di Salerno, in cui strutturare un Progetto Pilota, una proposta di trasferimento tecnologico che abbia lo scopo di integrare gli ambiti frammentati e non più dialoganti del sistema abitativo residenziale e del sistema agricolo produttivo in un nuovo equilibrio basato sulla chiusura del ciclo energia – acqua - rifiuti.

Il Progetto Pilota si inserisce nella visione qualificativa generale del Parco Agricolo cercando di validarne le scelte strategiche attraverso gli esiti positivi di un'esperienza che sarà poi possibile estendere, adattandola alla variabilità delle caratteristiche dei diversi contesti, all'intero territorio periurbano.

Il Parco Agricolo si dota in questo modo di nuovi contenuti evolvendosi da semplice presidio della produzione agricola qualificata e della naturalità residua contro la pressione esercitata dalla diffusione edilizia abusiva, ad incubatore di laboratori diffusi della sostenibilità costituiti dai frammenti insediativi abusivi in cui si sperimentano nuove forme di comunità basate su una scelta tecnologica appropriata.

Preface

In 1956, in the United States, the Federal Highway Act set out to “disperse our factories, our stores, our people, in short, to create a revolution in living habits”. This law was the evidence of a new idea about modern urban settlements testified also by a short article published in *Fortune* magazine in January 1958, entitled simply “Urban Sprawl”, in which writer and social critic William H. Whyte already observed that highways were allowing cities to expand rapidly into surrounding rural areas: “huge patches of once green countryside have been turned into vast, smog-filled deserts that are neither city, suburb, nor country”⁴.

About ten years later, Lewis Mumford, writing about the evolution and future development of cities, focused on changes occurred in the way of settling of modern population during the last century⁵. In his opinion, these mutations have been caused by the development of faster means of transportation and instantaneous communication technologies. The result was that a compact town was no longer the only possible way to establish relationships between people. As a consequence wherever there was enough land at a reasonable price, suburbs have developed rapidly in the surroundings of bigger urban centers, in untidy compositions, individualistic, and almost antisocial in their dispersed and random appearance.

Nowadays the term “sprawl” has entered the American vernacular. In common use, sprawl has become a pejorative term. It seems to take on a variety of meanings: cheaply and quickly built neighborhoods at the edge of metropolitan areas, architecturally monotonous residential subdivisions, ugly feeder roads lined with strip malls, lifestyles that center around car trips.

In Europe urban sprawl is a more recent phenomenon and is no longer tied to population growth⁶. All available evidence demonstrates conclusively that urban sprawl has accompanied the growth of urban areas across Europe over the past fifty years. Nowadays rather a variety of other powerful factors drive the development of the modern city, including individual housing preferences, increased mobility, commercial investment decisions, and the coherence and effectiveness of land use policies at all levels. For instance sprawl is particularly evident where countries or regions have benefited from EU regional policies.

Evidence suggests that where unplanned, decentralized development dominates, sprawl will occur in a mechanistic way recently causing development patterns also around smaller towns or in the countryside, along transportation corridors, and along many parts of the coast usually connected to river valleys. Conversely, where growth around the periphery of the city is coordinated by strong urban policy, more compact forms of urban development can be secured.

In Italy urban sprawl has often been accompanied by the phenomenon of illegal construction that, since the '60s, has found fertile ground in establishing a network of mutual convenience

⁴ FRUMKIN, H., FRANK, L., JACKSON, R., 2004. *Urban Sprawl and Public Health – Designing, Planning and Building*. Washington D.C.: Island Press, p. 1.

⁵ MUMFORD, L., 1971. *Il futuro della città* (traduzione di Anna Del Bo). Sancasciano Val di Pesa, Firenze: Officine Grafiche Fratelli Stianti, p. 96.

⁶ EEA (European Environment Agency), 2006. *Urban Sprawl in Europe. The ignored challenge* [online]. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Disponibile su http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2006_10/eea_report_10_2006.pdf [16/11/2009].

between various public and private actors, and often organized crime, causing in many regions, particularly in Southern Italy, a deep alteration of peri-urban areas invaded by spread houses built evading and circumventing urban control and plans.

The systematic amnesty policies, that since the eighties have been cyclically provided by central government, have caused the necessity of policies, later converted into legal provisions, that, on the one hand, were able to contain the phenomenon and on the other hand provided means to intervene ex post in order to recover territories covered by buildings illegally constructed and then legalized.

To the present day several experiences have shown the failure or inapplicability of the proposed laws, the first of which was the Law 47/85. The legislative measures in this field usually aimed both at putting under control territories, preventing construction crimes, and re-comprising illegal settlements within the meshes of urban planning tools. The limit of these policies stands at forcibly managing illegal patchy and scattered peri-urban environment the same way as conventional urban settlements.

The research investigates an alternative approach to enhance spread illegal peri-urban settlements. Identifying the potential and the values even recognizable in a deeply altered peri-urban territory, the research starts from the environmental trend of recent decades that recognizes the landscape as a whole, economical relevant and valuable resource. This trend recognizes even the quality of minor and ordinary landscapes and finds its main reference in the European Landscape Convention, adopted by the Council of Europe in 2000, on October 20.

The Convention, signed by twenty-seven EU Member States and ratified by ten of them including Italy⁷, defines the landscape as *"an area, as perceived by people, whose character is the result of the action and interaction of natural and/or human factors"* (Article 1, letter a); the Convention *"applies to the entire territory of the Parties and covers natural, rural, urban and peri-urban areas. It includes land, inland water and marine areas. It concerns landscapes that might be considered outstanding as well as everyday or degraded landscapes."* (Article 2)

Specifically, the research has chosen the rural area of Giffoni Sei Casali, a village in the Salerno Province, as a case study of a peri-urban area profoundly altered by illicit and later legalized buildings. The local government, rejecting the application of strict pre-established planning models based on constraining and restrictive actions, has identified an enhancing strategy for its peri-urban territory into the establishing of an Agricultural Park, this way recognizing the rural productive system in its aptitude to implement an active land protection and a mitigation of the conflicts generated by illegal building actions.

In the enhancing strategy of the Agricultural Park the fragmentation and incompleteness of illegal settlements are perceived as opportunities for them to be completed and improved. In this vision the illegal settlements become basic flexible elements able to be modulated in the operation of mending and balancing the various illegal urban fragments themselves and the natural and agricultural areas in which they are.

From these assumptions follows that even the shortage or lack of basic infrastructure in spread illegal buildings can become an occasion to promote the development of more sustainable "punctual" facilities and services, consuming less energy and resources. Through interventions proposing a technological leap towards facilities using renewable energy devices, intelligent

⁷ Italy has ratified the European Landscape Convention by Law 14/2006.

waste disposal and recycling systems, illegal settlements might result in prototypes of communities whose coexistence is based on a technology choice which might serve as a breaking point with the past degenerative practices.

This vision finds comfort in the project called "Infra-Free". The Infra-Free research, conducted at the University of Tokyo, starts from an unconventional assumption that the future evolution of human society towards more sustainable forms of urban settlements is achieved only in so far as they are able to untie their development from the implementation of infrastructure network. Basic infrastructures have resulted in being major cause of consumption and waste of resources and raw materials. They are also characterized by high implementation, running and maintenance cost, and they are extremely fragile in case of natural disasters. The Infra-Free research investigates the innovative technological products, especially those of the aerospace technology field, and evaluates their applications into architecture and their possible integration in management scenarios in order to bring wastewater, house organic waste and vegetable waste, resulting from the maintenance of green or agricultural activities, back as resources within the entire operating cycle of the house system.

Choosing an Infra-Free approach, this study has selected a sample area, a portion of territory in the peri-urban surroundings of Giffoni Sei Casali, to set up a pilot project as a spin-off technology proposal with the aim of integrating the fragmented and not dialoguing spheres of residential system and agricultural and natural system in a new equilibrium based on closing the Energy - Water - Waste cycle.

The Pilot Project is part of the enhancing policy of the Agricultural Park and tries to validate its strategic choices. Through its positive outcomes, the Pilot Project aims to be a good practice that could be extended to the entire peri-urban area.

In this way the Agricultural Park provides new contents evolving from a simple plan in defence of qualified agricultural production and remaining natural environment against the pressure of spread illegal buildings, to an incubator of diffuse laboratories of sustainability made of squatter settlements in which to experiment new forms of communities whose sustainability is based on an appropriate technology choice.

1 Le trasformazioni indotte nelle aree periurbane dall'edilizia abusiva diffusa

Sintesi

Dagli anni Ottanta in Italia, nei dibattiti sull'abusivismo edilizio si è fatta sempre più avanti la consapevolezza del preponderante carattere disperso della città abusiva che si configura come forma deteriore di periurbanizzazione connotata da episodi di occupazione illecita del suolo, di costruzione di volumi illeciti o quantomeno non conformi e, più in generale, di trasformazione non pianificata del territorio.

Gli approcci alla qualificazione hanno cominciato a focalizzarsi sulle fratture e sui costi sociali e ambientali che tale modello insediativo porta con sé, in termini soprattutto di consumo di risorse territoriali non rinnovabili, e della difficoltà o impossibilità di porvi rimedio attraverso azioni prettamente locali.

Il quadro che comincia a prefigurarsi è quello in cui le Regioni predispongono opportune politiche basate sulle linee strategiche di sviluppo dei loro contesti territoriali e non più necessariamente di sanatoria o di repressione.

Quest'assunto ha trovato conforto in concetti come quello di "tutela attiva", basata sullo sfruttamento sostenibile delle risorse territoriali e la conservazione degli ecosistemi, contrapposta a una "tutela vincolistica" del territorio, un approccio che parta dall'idea di paesaggio, cresciuta nel corso degli anni Novanta ma che trova in Italia ancora un limite sostanziale del panorama normativo nazionale.

In pratica è cresciuta una concezione del progetto di qualificazione che cerca di abbandonare interventi frammentari, soluzioni che non tengono conto degli effetti generati all'intorno, e a includere gli insediamenti periurbani abusivi condonati in una visione di qualificazione di più ampio respiro, fondato su strategie innovative; la città abusiva diventa il campo d'indagine e di sperimentazione di nuove pratiche qualificative, fondate su valori e potenzialità espresse dal peculiare ambiente insediativo su cui s'interviene e validate attraverso l'analisi degli esiti di esperienze in atto o già condotte.

Un tipico esempio di area periurbana in cui la crescita dell'edificato disperso è stata accompagnata da una diffusa pratica edilizia abusiva, è rappresentato dal caso studio del territorio rurale del comune di Giffoni Sei Casali. La scelta dell'amministrazione locale è stata quella di istituire un Parco Agricolo quale strategia quadro in cui strutturare le azioni di qualificazione di un territorio profondamente trasformato ma ancora caratterizzato da una vivace attività agricolo – produttiva.

Since the early eighties in Italy, in the panel discussion about illegal building phenomenon there has been the awareness of the predominant spread structure of illegal settlements. For this reason illegal settlements began to be considered as a poorer form of urban sprawl characterized by illicit land occupation, buildings illegally constructed or not in full compliance with regulations and, more generally, unplanned territory alterations.

Approaches to urban enhancement have begun to focus on conflicts and social and environmental costs that such a settlement model brings with it, especially in terms of non-renewable land resources consumption and mending difficulty or impossibility by providing merely local actions.

A new scenario starts to be considered: Regions, refraining from applying only amnesty or punishment policies, provide for appropriate policies based on strategic development lines for their regional contexts.

This assumption has found comfort in concepts such as "active protection" based on the sustainable utilization of land resources and preservation of ecosystems, as opposed to a "constraining protection" of the territory. This approach starts from the concept of landscape that has been developing during the nineties but in Italy where it finds still a limit in the national legal framework.

A new enhancement plan concept has come to awareness. It tends to abandon piecemeal actions and solutions that do not take into account the effects generated in the surroundings, and to include legalized peri-urban settlements in a wider enhancement vision based on innovative approaches. Illegal towns become the field of investigation and experimentation of new enhancement practices, based on values and potential expressed by the peculiar environment in which they are set. This approach is to be validated through the analysis of results of experiments in progress or already carried out.

The rural area of Giffoni Sei Casali, a village in the Salerno Province, is a typical example of a peri-urban area where the scattered buildings growth has been accompanied by widespread illegal construction practices. The choice of the local government has been the establishment of an Agricultural Park as a strategic framework to structure the improvement actions of a profoundly altered territory which is still characterized by a vibrant agricultural production.

1.1. Dinamiche di trasformazione dell'edilizia abusiva sul sistema insediativo periurbano

I primi dibattiti sull'abusivismo edilizio in Italia risalgono agli anni sessanta del Novecento e s'inseriscono, fin dall'inizio, entro una più ampia riflessione disciplinare sullo sviluppo urbano di alcune tra le principali città, interessate da fenomeni d'inurbamento senza precedenti e di crescita edilizia incontrollata nelle periferie e nelle aree periurbane⁸.

L'emergere di nuove culture dell'abitare, del lavoro, dei consumi e del turismo di massa fa mutare profondamente nell'arco di tre decenni la struttura insediativa in Italia.

Una parte rilevante di tale grande trasformazione si compie a prescindere dagli strumenti di governo del territorio predisposti dalla cultura urbanistica del tempo.

⁸ Il termine "periurbanizzazione" fece la sua comparsa nel 1977, insieme al termine, che possiamo considerare sinonimo, di "rurbanizzazione", nel volume di Bauer e Roux intitolato "La rurbanisation ou la ville éparpillée" (Bauer e Roux, 1977). Con esso si faceva riferimento a quei territori contigui alla città in cui i processi di urbanizzazione si confrontano con attività agricole ancora pienamente funzionanti e con una società rurale ancora viva; tali processi procedono in modo localizzato e limitato e non lungo un fronte compatto, e dunque non acquistano un carattere territoriale dominante. Secondo un'analisi sintetica del fenomeno alla base della nascita di questo modello insediativo sono l'aumento dei redditi personali, il desiderio di spazi aperti, la disponibilità personale dell'automobile; di contro i prezzi eccessivamente elevati degli immobili del centro urbano e la povertà ambientale delle periferie storiche o recenti sono gli elementi che spingono in quella stessa direzione.

Cfr. CAMAGNI, R., 1994. "Processi di utilizzazione e difesa dei suoli nelle fasce periurbane: dal conflitto alla cooperazione fra città e campagna". In: BOSCACCI, F., CAMAGNI, R., a cura di, 1994. *Tra città e campagna periurbanizzazione e politiche territoriali*. Bologna: il Mulino, pp. 27-32.

Sul finire degli anni settanta sono concepiti e varati i primi strumenti d'intervento operativo e le prime politiche in risposta al fenomeno dell'abusivismo edilizio. Misure volte, da un lato, al recupero dei margini urbani cresciuti senza controllo, la cui qualificazione e dotazione di servizi diventa questione sempre più urgente; dall'altro, al tentativo di proporre soluzioni praticabili per il futuro, che agiscano strutturalmente sulle cause del fenomeno, arginandolo e riconducendolo entro la sfera di governo pubblico.

Tali politiche si attuano attraverso il sostegno e la promozione di una serie di provvedimenti volti tanto al controllo sul territorio e all'effetto deterrente verso i reati edilizi, quanto a riassorbire i tessuti urbani informali entro le maglie degli strumenti di pianificazione, la cui validità viene in tal modo ribadita.

I pacchetti di modifiche volti ad aumentare il controllo sull'attività edilizia apportati alla già rigida legislazione urbanistica nazionale, sanciscono un ulteriore irrigidimento delle disposizioni sull'edificabilità e un incremento delle sanzioni per i responsabili di opere abusive⁹.

Molto spesso tale quadro repressivo resta inefficace perché fissa vincoli spesso difficilmente praticabili e dispone ampi spazi per aggirarli.

Durante gli anni ottanta il dibattito sul fenomeno abusivismo in Italia e sulle politiche da adottare per contrastarlo ha un'ulteriore evoluzione e giunge all'approvazione della Legge 47 nota come "Legge sul condono edilizio". La L. 47/1985 si pone come risposta definitiva alla questione nazionale dell'edilizia extranorma e apporta riforma ad alcuni punti della normativa urbanistica nazionale.

Negli intenti della legge c'è quello di snellire la burocrazia dell'apparato normativo portandolo più vicino alle pratiche edilizie comuni e, contemporaneamente, di determinare una decisa svolta nelle vicende urbanistiche succedutesi negli anni precedenti.

Rispetto all'abuso si tende a confermare la validità degli strumenti di piano esistenti e a potenziare la dotazione legislativa di strumenti di controllo. In questa direzione, la L. 47/1985 conferisce ai sindaci nuovi poteri di demolizione e di confisca sugli edifici abusivi, sancisce la nullità degli atti di compravendita che si riferiscono a immobili senza concessione, stabilisce sanzioni penali per i casi più gravi di lottizzazione e costruzione illegale.

La legge delega ai Comuni l'onere di ricomprendere gli insediamenti abusivi all'interno dello strumento urbanistico esistente mediante la predisposizione di varianti di piano e la messa a punto di programmi di recupero urbanistico da attuare in linea con gli standard e gli indici di Piano, investendo gli oneri di urbanizzazione versati dagli abusivi in cambio della concessione in sanatoria¹⁰.

⁹ Artt. 26, 32 e 41 della L. 1150/1942, art. 6 della L. 765/1967 e art. 15 della L. 10/1977, che interessano il trattamento delle opere realizzate in difformità dagli strumenti urbanistici.

¹⁰ Il sistema di pagamento della L. 47/1985 prevedeva, in cambio della concessione in sanatoria, la raccolta degli oneri di urbanizzazione mai corrisposti, maggiorati di un'oblazione. La legge determinava inoltre una soglia temporale di realizzazione delle opere abusive, oltre la quale gli immobili non avrebbero potuto essere ammessi a condono. Su questi nodi si genera un acceso dibattito a seguito del quale alle tariffe inizialmente stabilite vengono applicati sostanziali ribassi e si dispone la possibilità di un pagamento rateizzato, giustificato da una riflessione sul reddito medio degli autocostruttori abusivi, giudicato mediamente esiguo. La soglia temporale per l'ammissione a sanatoria viene posticipata più volte incontrando così l'affluenza delle domande relative agli abusi stimolati dall'annuncio della politica stessa, nel tentativo di raccogliere quante più oblazioni, a copertura delle originali previsioni di entrata.

Cfr.: ZANFI, F., 2008, *Città latenti – Un progetto per l'Italia abusiva*. Milano: Bruno Mondadori, p. 42.

Sul fronte del recupero urbanistico e della riqualificazione del territorio, ufficialmente posti come primo obiettivo, si registrano da subito gravi difficoltà: gli uffici tecnici dei Comuni minori sono spesso incapaci di evadere l'enorme quantità di pratiche di sanatoria presentate e di conseguenza, avvenuta la regolarizzazione amministrativa, resta inesistente o incompiuto l'adeguamento urbanistico. Soprattutto al Sud, le esigue entrate del condono rendono pressoché impossibile per i Comuni far fronte alle spese necessarie per la revisione degli strumenti urbanistici e per le opere d'infrastrutturazione primaria.

L'applicazione del nuovo quadro repressivo è poi in gran parte disatteso, per cui le demolizioni degli immobili non sanabili si ordinano ma spesso non si eseguono.

Alcune tesi interpretative delineano l'azione esercitata dallo Stato in quegli anni come una risposta implicita secondo le due correnti tra loro collegate della mobilitazione individualistica e dell'incrementalismo. Tesi secondo la quale si sarebbe stipulato un patto implicito fra Stato e singolo cittadino, patto in virtù del quale ai singoli viene lasciato l'onere di supplire alle carenze dell'intervento pubblico, nel nostro caso la risposta a un particolare bisogno abitativo, disponendo parallelamente i margini di elasticità necessari perché quest'organizzazione possa avere luogo. Un'implicita politica della casa nella quale "voi trovate la soluzione, lo Stato vi lascia fare: e lascerà crescere un mercato del lavoro nero, lascerà crescere l'evasione fiscale, lascerà crescere l'inosservanza o il continuo aggiustamento dei piani e delle regole urbanistiche e ambientali, e poi condonerà".¹¹.

Alcuni dati possono confermare tale interpretazione. È sufficiente ricordare come, ancora poco prima degli anni settanta, fosse possibile rilevare nel Mezzogiorno un disagio abitativo persistente, in termini di sovraffollamento, che lo distingueva nettamente dalla condizione del Centro-Nord. A questa situazione iniziale fa seguito, per i due decenni successivi, una produzione edilizia sorprendente, senza pari nel paese, per cui il censimento del 1981 rileva già un rapporto riequilibrato tra popolazione e abitazioni, riconoscendo altresì situazioni paradossali, per esempio quella della Calabria; "la regione in cui si è costruito di più nel decennio", dove "circa il 70% delle nuove costruzioni è abusivo".¹². D'altra parte vi è una promozione residenziale pubblica molto limitata, avviata in ritardo, che sconta una grave incapacità di programmazione e una realizzazione troppo dilungata nel tempo. Tale situazione fa sì che le aree destinate a residenze sovvenzionate o ai loro servizi finiscano con l'essere invase e saturate da edilizia abusiva di grana minore. Da qui l'aspetto desolante di monofunzionalità residenziale e la quasi totale assenza di servizi che caratterizza l'espansione periferica delle città meridionali medie e grandi.

Le amministrazioni locali avrebbero creato così un rapporto con il cittadino che si colloca a metà via tra il governo centrale, con le sue teoriche restrizioni sul piano legislativo, e le pratiche in atto sul territorio; o ancora tra lo strumento urbanistico formale e le pratiche comuni regolate dalle norme sociali. Tale ruolo diventa un rapporto di scambio politico, di copertura e di protezione e, non ultimo, di efficace controllo sociale. Il ruolo del governo centrale, d'altra parte, non consiste soltanto in quello di spettatore passivo. Lo Stato tollera queste forme d'illegalità – mai oggetto

¹¹ SECCHI, B., 1996. "Un'interpretazione delle fasi più recenti dello sviluppo italiano: la formazione della città diffusa ed il ruolo delle infrastrutture". In: CLEMENTI, A., a cura di, 1996. *Infrastrutture e piani urbanistici*. Roma: Palombi, pp. 27-36.

¹² CREMASCHI, M., 1990, in ZANFI, F., 2008, *Città latenti – Un progetto per l'Italia abusiva*. Milano: Bruno Mondadori, p. 45.

d'incentivi diretti ma sempre d'implicite sollecitazioni – per la carenza di una produzione propria di beni pubblici, ma anche per un certo calcolo sul consenso elettorale ottenibile dai diretti interessati, oltre che per il ragionamento sulla convenienza economica della politica di sanatoria. S'instaura di fatto una rete di relazioni tra i vari soggetti responsabili della genesi e dell'evoluzione del fenomeno dell'abusivismo edilizio che, solo come tentativo di semplificazione di un fenomeno molto più complesso, può essere schematizzata nella forma di convenienze reciproche fra i promotori, imprese edili, pubbliche amministrazioni locali, governo centrale, professionisti e malavita organizzata.

1. I promotori percepiscono un vantaggio nell'edilizia di tipo abusivo attraverso l'abbattimento dei costi di costruzione con l'utilizzo informale di manodopera, il risparmio sull'esecuzione del rustico e sull'acquisto di materiale ottenuto rivolgendosi a piccole imprese edili in un mercato semisommerso, la possibilità di dilatare nel tempo il cantiere secondo la disponibilità di spesa e della necessità di vani finiti da occupare, la possibilità di occupare zone di pregio paesaggistico o di proprietà pubblica o destinate a standard dagli strumenti urbanistici.
2. Le piccole imprese edili hanno spesso nel mercato abusivo l'unico sbocco commerciale essendo incapaci di offrirsi e competere sul mercato legale delle costruzioni per il basso livello della tecnologia impiegata e per l'impiego di manodopera non qualificata.
3. Le pubbliche amministrazioni locali ricavano, dal favorire l'edilizia abusiva, un vantaggio elettorale gestito attraverso un'anomala applicazione delle leggi urbanistiche nazionali e un invecchiamento consapevole dei piani.
4. Lo Stato trova nell'abusivismo edilizio lo sfogo alla rivendicazione d'investimenti pubblici da parte delle periferie urbane dagli anni sessanta in poi e un modo più semplice di sopperire, delegando all'iniziativa privata non legittima, alla lentezza dell'apparato normativo che non riesce a tenere il passo con la trasformazione degli stili di vita del paese, le propensioni abitative e le nuove modalità di consumo. Oltretutto vi è la convenienza riguardante i proventi dei condoni.
5. I professionisti quali architetti, ingegneri e geometri, in linea di principio contrari alle sanatorie edilizie, nei fatti trovano la loro convenienza in quanto coinvolti per perizie, rilievi e compilazione della modulistica.
6. La criminalità organizzata trova nelle ampie maglie della politica mal gestita di contrasto al fenomeno dell'abusivismo edilizio, gli spazi per attività di riciclaggio e di sviluppo di un mercato edilizio parallelo, destinato a una domanda non soddisfatta dall'offerta legale.

Dagli anni '90 il fenomeno abusivismo, pur rimanendo sostanzialmente invariato nelle sue tipicità e circostanze che lo favoriscono, non riguarda più i soli ceti deboli ma diventa peculiare di una classe medio alta che si orienta verso le zone a vocazione turistica, le località costiere, le aree agricole e rurali¹³.

D'altra parte, sul fronte della qualificazione delle zone caratterizzate da insediamenti abusivi, nel nostro paese emerge e si diffonde una coscienza di tipo ambientale che torna a riflettere sulla

¹³ Anche in anni più recenti il rapporto di Legambiente "Mare Monstrum 2007" conferma che il fenomeno dell'abusivismo speculativo è in continua crescita ed interessa in massima parte le zone costiere e dà un altro dato significativo sulla diffusione territoriale degli abusi: la Campania è la regione con il massimo numero di infrazioni accertate e di sequestri disposti dall'autorità giudiziaria, con punte raggiunte ad Ischia di oltre cento cantieri abusivi nei soli primi sei mesi del 2007.

nozione di paesaggio con un atteggiamento non più soltanto vincolistico o di salvaguardia, ma riconoscendo al territorio nella sua interezza un valore patrimoniale e di risorsa e attribuendo valore anche ai paesaggi minori e più ordinari, quelli tradizionalmente non riconosciuti come bene dal sistema giuridico, ma neppure dalla cultura urbanistica o dal senso comune: l'attenzione si sposta dalle emergenze, valutate sino a quel momento in base ad un approccio estetico, alla ricognizione dell'intero territorio e alla moltitudine di soggetti e di pratiche che quotidianamente, lo modificano.

Tale crescente sensibilità porta con sé la preoccupazione verso quelle pratiche erosive per il paesaggio quale bene comune e capitale sociale, e quale una delle poche vie di sviluppo praticabili per il Mezzogiorno.

Il fenomeno dell'abusivismo si colloca quindi come un'azione tesa a ottenere un immediato vantaggio particolaristico ma che mette a rischio un bene collettivo il cui valore è valutabile soprattutto nel lungo termine. Tale nuova visione è supportata anche dalla consapevolezza delle implicazioni nello scenario delle politiche europee secondo le quali un territorio malamente costruito diventa difficile oggetto di finanziamento per operazioni di valorizzazione qualificativa. Per quanto riguarda prettamente le trasformazioni del patrimonio costruito, partendo dalla constatazione dell'inadeguatezza, sul piano della repressione degli abusi alla scala edilizia, di un'azione di controllo rivolta esclusivamente alla volumetria e morfologia del costruito, prescindendo da ogni forma di tutela delle peculiarità costruttive e prestazionali che connotano in modo univoco ciascun episodio edificato, alcune ricerche nell'ultimo decennio propongono di inserire nella norma il concetto di abuso come occasione di "detrazione dell'identità del costruito".

Da questi assunti le problematiche poste dall'abusivismo edilizio sono ricollegate a un più ampio concetto di "manomissione abusiva" che parte da una lettura prestazionale dell'ambiente insediativo e quindi estendendo il concetto di abuso al complesso delle trasformazioni indotte dall'utenza¹⁴.

Sul piano normativo, con la Legge 724 del 1994 prima e, successivamente, con il condono edilizio Berlusconi-Tremonti, introdotto dal D. L. 269/2003, il legislatore ha dimostrato di aver approfondito la conoscenza dell'evoluzione del fenomeno dell'abusivismo edilizio dagli anni ottanta a oggi.

L'ultimo condono specialmente intercetta le nuove forme da ammettere a sanatoria, in particolare nei cambi di destinazione d'uso e nelle opere di adeguamento nei centri storici delle città ma anche nei contesti di pregio ambientale quali foreste, litorali, riserve, parchi¹⁵.

¹⁴ CANTONE, F., e VIOLA, S., 2002. *Governare le trasformazioni – un progetto per le corti di Ortigia in Siracusa*. Napoli: Guida.

¹⁵ Il Decreto 269/2003 all'art. 32, "Misure per la riqualificazione urbanistica, ambientale paesaggistica, per l'incentivazione dell'attività di repressione dell'abusivismo edilizio, nonché per la definizione degli illeciti edilizi e delle occupazioni di aree demaniali", ammette a sanatoria gli immobili abusivi realizzati fino al 31 marzo 2003. La sostanziale differenza rispetto ai testi della L. 47/1985 e della L. 724/1994 sta nella possibilità di ammettere a sanatoria manufatti realizzati anche su aree di proprietà dello Stato o facenti parte del demanio statale, a esclusione del demanio marittimo, lacuale e fluviale, nonché dei terreni gravati da diritti di uso civico.

Con questo Decreto Legge si conferma costante la ciclica ricomparsa dell'occasione di sanatoria; il controllo del territorio in particolare nel Mezzogiorno resta poco incisivo; le ordinanze di demolizione sono firmate, per evitare di incorrere in omissione di atti d'ufficio, ma non attuate. Di contro la debolezza, se non addirittura l'assenza di politiche e di piani volti a contrastare la diffusione urbana, la mancanza di un disegno d'insieme di pianificazione del territorio a scala vasta e l'inadeguatezza degli strumenti urbanistici a disposizione dei singoli comuni¹⁶ hanno spinto nella direzione di favorire e promuovere, seppur indirettamente, la diffusione urbana nelle sue forme più deleterie di occupazione illecita, o quanto meno non conforme, del suolo, di trasformazione del territorio e di vanificazione delle norme regolatrici¹⁷. Questo tipo di analisi rende conto del punto di vista di molti autori per i quali la politica italiana si è orientata verso la promozione di una sorta di "mobilitazione individualistica", per cui ciascun cittadino trova da solo, seppur con gli incentivi e l'assistenza dello Stato, la soluzione ai propri problemi insediativi: "Disperdetevi entro una generale e progressiva deregulation alla ricerca di un luogo, un terreno, una dose di capitale fisso già esistente, un'amministrazione, un mercato del lavoro che sia accogliente e vi convenga"¹⁸.

1.2. Conflitti generati dall'edilizia abusiva sulle aree periurbane

È ampiamente riconosciuto nel dibattito recente che l'edilizia abusiva diffusa induce trasformazioni all'intorno generando forti esternalità nel perseguire interessi prettamente privatistici e individuali che, lungi dal realizzare una condizione di ottimo collettivo finisce, nel medio lungo periodo e qualora molti individui prendano contemporaneamente decisioni simili di periurbanizzazione, per creare condizioni paradossalmente contrarie le stesse motivazioni che l'hanno supportata, aumentando, ad esempio, la densità nelle aree esterne e la congestione della rete di traffico. Il rischio è che s'innesci un circolo vizioso per cui, a causa delle forti irreversibilità che caratterizzano gli investimenti immobiliari, le decisioni iniziali non possono essere corrette che attraverso un ulteriore allontanamento dalla città.

Volendo riassumere i conflitti generati dai processi di urbanizzazione diffusa, ci si può riferire alla sfera economica, alla sfera ambientale e all'ambito sociale.

È stato stimato da vari autori che la diffusione urbana, paragonata alla città d'impianto tradizionale, in generale aumenta i costi complessivi di funzionamento del sistema insediativo.

Nel caso in cui gli insediamenti abusivi siano stati oggetto di condono, questi generano conflitti tra amministrazioni locali e privati cittadini basati sulla difficoltà dell'ente pubblico a sostenere la

¹⁶ Quale strumento per contrastare la vastità del fenomeno e l'inerzia di molte amministrazioni comunali la Regione Campania, già dal 2003 con decreto n. 634, ha emanato il "Regolamento in materia di repressione dell'abusivismo edilizio e di esercizio dei poteri d'intervento sostitutivo".

Inoltre ha preso il via la fase operativa del progetto MISTRALIS, ossia il monitoraggio permanente satellitare delle trasformazioni e degli abusi edilizi sul territorio, con uno strumento di altissima precisione e definizione in grado di fornire rilevazioni aggiornate ogni tre mesi e collegamenti diretti con i comuni della Regione.

¹⁷ BERTUGLIA, C. S., STANGHELLINI, A., STARICCO, L., 2003. "Introduzione". In: BERTUGLIA, C. S., STANGHELLINI, A., STARICCO, L., a cura di, 2003. *La diffusione urbana : tendenze attuali, scenari futuri*. Milano: Franco Angeli, pp.11-34.

¹⁸ SECCHI, B., 1997. "Un'interpretazione delle fasi più recenti dello sviluppo italiano: la formazione della città diffusa" ed il ruolo delle infrastrutture". In: *Urbanistica Dossier*, 3, 7-11, p. 8.

gravosità dei costi necessari alla costruzione e manutenzione successiva d'infrastrutture primarie, secondarie e di trasporto, su ambiti insediativi dispersi e disomogenei e quindi caratterizzati da distanze e percorrenze maggiori rispetto alla città compatta, nonché quello rappresentato dalla minore efficienza delle stesse una volta che esse siano costruite in ritardo, anziché in stretta integrazione con la pianificazione degli usi del suolo.

Rientrano nei costi pubblici anche quelli relativi alla fornitura di servizi quali la raccolta e lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani, prodotti da abitazioni spesso molto distanti fra loro, con conseguenti maggiori tempi di espletamento del servizio stesso e di percorrenza dei mezzi utilizzati che causano aumenti delle emissioni di CO₂ in atmosfera. Con il diffondersi della differenziazione dei rifiuti e con la seguente introduzione di piani di raccolta che spesso prevedono il porta a porta, il servizio di raccolta dei rifiuti è diventato un capitolo importante nel bilancio spese di una pubblica amministrazione che si riflette nell'aumento della tassazione a carico della singola utenza.

Oltretutto il consumo e lo spreco di suoli agricoli sottratti alle attività rurali va ad incidere economicamente, con costi valutabili nel lungo periodo, sulla potenzialità produttiva dei suoli.

Inoltre è da considerare anche il costo privatistico - patrimoniale di una riduzione dei valori fondiari della città densa per effetto dei nuovi modelli d'insediamento periurbano non solo di residenza ma anche di direzionalità e commercio¹⁹.

Gli impatti rappresentati dal già citato spreco di suoli agricoli e di beni naturali, dovuti sia alla trasformazione territoriale diretta, determinata dalla realizzazione in sé degli episodi abusivi con conseguente frammentazione delle reti ecologiche, che a quella indiretta determinata dalla realizzazione d'infrastrutture primarie e secondarie a servizio degli insediamenti condonati, producono danni diretti sul funzionamento degli ecosistemi, ulteriori trasformazioni del territorio e consumo di risorse energetiche e materie prime.

Inoltre sono da prendere in considerazione le esternalità negative che le espansioni periurbane in genere, a carattere sia residenziale che commerciale, scaricano sui comuni vicini, in particolare in termini di generazione e attrazione di mobilità intercomunale che provocano aumento delle emissioni in atmosfera.

Aumento delle emissioni sono dovute anche al riscaldamento di edifici in genere con un rapporto superficie per abitante maggiore. Inoltre si registra un crescente consumo idrico e una bassa qualità del trattamento e drenaggio delle acque reflue, crescente impermeabilizzazione dei suoli, generando effetti negativi su scale e livelli diversi che vanno dall'assetto idrogeologico alla qualità dell'aria e delle acque superficiali e profonde.

Non da ultimi sono da considerare i degradi prettamente percettivi e paesaggistici descritti come omologazione e banalizzazione del territorio periurbano e mancanza di ordine che nella diffusione urbana riguarda sia l'aspetto degli insediamenti sia l'aspetto degli edifici, e la

¹⁹ CAMAGNI, R., GIBELLI, M., C., RIGAMONTI, P., 2002. *I costi collettivi della città dispersa*. Firenze: Alinea.
CAMAGNI, R., 1999. "Sostenibilità ambientale e strategie di piano: le questioni rilevanti". In: CAMAGNI, R., 1999, a cura di. *La pianificazione sostenibile delle aree periurbane*. Bologna: Il Mulino, pp. 19-22.
BERTUGLIA, C. S., STANGHELLINI, A., STARICCO, L., 2003. Introduzione. In: BERTUGLIA, C. S., STANGHELLINI, A., STARICCO, L., a cura di, 2003. *La diffusione urbana : tendenze attuali, scenari futuri*. Milano: Franco Angeli, pp. 11-34.
GIBELLI, M. C., 2002. "I costi della dispersione urbana". In: CAMAGNI, R., GIBELLI, M., C., RIGAMONTI, P., 2002. *I costi collettivi della città dispersa*. Firenze: Alinea, pp. 25-54.

frammentazione che restituisce alla diffusione urbana la sua immagine disarticolata e difficilmente afferrabile in termini percettivi.

I conflitti generati dall'edilizia abusiva diffusa nella sfera sociale descrivono in primo luogo l'estrema povertà o l'assenza di relazioni che nella scala più minuta si manifesta nella desolante monofunzionalità degli ambiti residenziali con la quasi totale assenza di servizi che li caratterizza e nella conseguente rinuncia da parte degli abitanti del periurbano all'all'intensità d'interazioni garantite dalla città densa. Già alla fine degli anni sessanta del Novecento Mumford notava che *"quanto più infatti la popolazione si dissemina, tanto è maggiore l'isolamento della famiglia singola e tanto più sono necessari sforzi per compiere individualmente, anche con l'aiuto di macchine e congegni automatici, ciò che un tempo si faceva in compagnia, alternandolo spesso con conversazioni e canti e con il godimento della presenza fisica degli altri. Ai margini dei sobborghi di massa scompaiono persino i vantaggi del gruppo rionale primario. Il costo del loro distacco spaziale dagli altri uomini è sproporzionato ai suoi presunti benefici"*²⁰.

A scala più vasta la stessa angustia relazionale si riflette dalla netta cesura fra gli ambiti insediativo residenziale, agricolo produttivo e naturale, i quali, seppur territorialmente contigui e inframmezzati, difficilmente dialogano fra loro.

Un aspetto sociale problematico altrettanto importante è la ridotta articolazione sociale dovuta al fatto che sono soprattutto i nuclei familiari di reddito medio - alto che tendono ad andare a vivere fuori dalla città compatta.

Inoltre, sottoutilizzazione del capitale fisso sociale incorporato nella città, progressivo degrado di porzioni significative del tessuto urbano e, non da ultimi, gli impatti sociali determinati dal fatto che un modello di urbanizzazione dispersa rende più arduo garantire un'immediata risposta nelle situazioni di emergenza sanitaria, di ordine pubblico o d'incendio.

²⁰ MUMFORD, L., 1967. *La città nella storia* (traduzione di Ettore Capriolo). Milano: Industrie Grafiche A. Nicola & C, pp. 634-635.

1.3. Tendenze recenti per la qualificazione dell'edilizia abusiva. Esperienze pilota

Alcuni orientamenti recenti nel dibattito culturale tendono a riconsiderare gli insediamenti periurbani abusivi condonati in un progetto di qualificazione di più ampio respiro che si fondi su strategie innovative, abbandonando la frammentarietà degli interventi finora largamente messi in atto e che finiscono per avere la sola valenza di procedure burocratiche obbligatorie perché rispondenti alla miriade di domande pulviscolari e alle rivendicazioni dei singoli abitanti²¹.

È riconosciuta la necessità di superare la logica dell'individuazione di una soluzione singola per un problema locale, una soluzione che non tenga conto degli effetti generati al suo intorno²².

Di fatto risulta però difficile l'individuazione di elementi fondativi dell'azione di qualificazione essendo estremamente arduo coglierli nei linguaggi sfuggenti e nei connotati identitari che pur un ambiente così frammentato ed eterogeneo, in nuce, può esprimere.

Riconoscendo il fallimento di obblighi e divieti, alla lunga responsabili della formazione di valori posizionali in un ambiente insediativo cresciuto sotto la spinta d'interessi meramente privatistici e refrattari a qualsiasi forma di controllo, una strategia efficace per il progetto di qualificazione comincia a essere ricercata attraverso il ripristino di un dialogo tra amministrazioni e cittadini sul quale fondare un patto siglato non più solo sulla base di convenienze reciproche ma anche e soprattutto su valori condivisi²³. Questi ultimi sono individuati, a un livello superiore d'indagine, in una concezione del territorio come bene diffuso e di paesaggio come bene culturale, all'interno del quale gli interventi rappresentino opportunità e risorse per la manutenzione e, soprattutto, la valorizzazione dei luoghi, e non soltanto rischi di degrado²⁴. Da questo ragionamento non è sottratto il paesaggio più compromesso, più problematico, che ha subito le recenti trasformazioni della città diffusa e abusiva²⁵.

²¹ BERTUGLIA, F., 2002. "Le tipologie nella città diffusa". In: DAL POZZOLO, L., a cura di, 2002, *Fuori città, senza campagna - Paesaggio e progetto nella città diffusa*. Milano: Franco Angeli s.r.l.

BERTUGLIA, C. S., 2002. "Prefazione". In: DAL POZZOLO, L., a cura di, 2002, *Fuori città, senza campagna - Paesaggio e progetto nella città diffusa*. Milano: Franco Angeli s.r.l., p. 34.

²² DAL POZZOLO, L., 2002. "La forma della città diffusa: condizioni per un progetto". In: DAL POZZOLO, L., a cura di, 2002, *Fuori città, senza campagna - Paesaggio e progetto nella città diffusa*. Milano: Franco Angeli s.r.l., p. 135.

²³ SECCHI, B., 2000. *Prima lezione di urbanistica*. Bari: Laterza, 2000, pp. 178-179.

²⁴ In realtà l'idea di natura e paesaggio, quali grandi riferimenti delle scelte urbanistiche secondo un approccio più efficace alla pianificazione della città moderna, apparteneva già a Mumford che alla fine degli anni sessanta scriveva che "A meno che non si introducano idee originali, lo sviluppo continuo di aree suburbane slegate distruggerà i nostri centri storici e deturperà il paesaggio naturale, creando una gran massa di tessuto urbano indifferenziato e scadente che, per svolgere anche le funzioni elementari della città, imporrà una quantità massima di mezzi di locomozione privati e intanto allontanerà ancora di più la campagna dalle disorganiche aree suburbane. Forse il primo passo per una nuova presa di possesso delle nostre anime sarà il riprendere possesso e la trasformazione dell'intero paesaggio. (...) Per creare un contro movimento che si opponga alla irrazionalità e ai paventati stermini della nostra epoca, dobbiamo ancora una volta attenerci strettamente all'ordine salutare della natura, modificato dagli intenti dell'uomo".

Cfr.: MUMFORD, L., 1971. *Il futuro della città* (traduzione di Anna Del Bo). Sancasciano Val di Pesa, Firenze: Officine Grafiche Fratelli Stianti, pp. 97-99.

²⁵ DAL POZZOLO, L., 2002. "La forma della città diffusa: condizioni per un progetto". In: DAL POZZOLO, L., a cura di, 2002, *Fuori città, senza campagna - Paesaggio e progetto nella città diffusa*. Milano: Franco Angeli s.r.l., p. 135.

In quest'ottica un punto di partenza interessante è dato dagli strumenti concettuali proposti dagli architetti del paesaggio e dagli studiosi dei problemi ambientali²⁶. Preoccupati della conservazione e sviluppo della biodiversità, gli studiosi delle scienze della natura hanno di recente sottolineato l'importanza della naturalità diffusa restituendo un significativo spessore ambientale anche ai diversi tipi di tessuto urbano e, soprattutto, mostrando il valore potenziale di quelli del suburbio o in corso di formazione nella città diffusa che sinora si riteneva dessero luogo solo a impatti e degradi quali un eccessivo consumo di suolo, purché siano inseriti entro un coerente disegno complessivo del territorio. Su questi assunti il progetto di qualificazione degli ambienti diffusi abusivi viene ricompreso in una più matura riflessione sul funzionamento dell'ambiente costruito e sulle relazioni che esso stabilisce con l'intorno. Ad una scala edilizia, il sistema insediativo residenziale mostra come ogni parte di esso, per ogni livello dei parametri fondamentali, per esempio dei rapporti di copertura e delle densità edilizie, sulla dimensione e conformazione degli spazi aperti, possa essere dotato d'infrastrutture e tecnologie sostanzialmente diverse. La scelta tecnologica infrastrutturale è commisurata su parametri la cui modifica comporta rotture tecnologiche, il passaggio da una tecnica all'altra. Si apre il campo alla sperimentazione, alla scelta tecnologica non più basata su modelli precostituiti ma su parametri variabili da caso a caso, che risponda in maniera adeguata e sostenibile alle problematiche individuate e alle esigenze espresse.

Gli spazi aperti e incompiuti della città abusiva diffusa assumono nel loro insieme l'importantissimo ruolo d'intermediario tra i differenti frammenti urbani e gli ambiti circoscrivibili, se organizzati entro alcune grandi figure, quale può essere lo spazio agrario che in tal modo riacquista il valore d'importante serbatoio concettuale per il progetto di un ambiente insediativo dilatato e frammentario²⁷. Essi diventano il luogo di riformulazione dei rapporti di interdipendenza dei sistemi insediativo - residenziale e naturale agricolo - produttivo attraverso la messa a punto di nuove idee e sperimentazioni. In un rinnovato clima di progettualità sperimentale diventa fondamentale il riferirsi a esperienze pilota che, anche se non direttamente riconducibili ai contesti insediativi abusivi, vanno nella direzione dei concetti messi in campo nel dibattito recente quali sostenibilità ambientale, conservazione degli ecosistemi e sfruttamento sostenibile delle risorse territoriali attraverso l'impiego ponderato degli strumenti offerti dall'innovazione tecnologica. In un progetto di qualificazione non più fondato su strumenti precostituiti ma che basa le sue scelte sul caso per caso, sui valori e le potenzialità

²⁶ SECCHI, B., 2000. *Prima lezione di urbanistica*. Bari: Laterza, 2000.

²⁷ La stessa Comunità Europea attraverso i suoi programmi di finanziamento pubblico sembra condividere questa visione strategica del paesaggio agrario, individuando la figura del cosiddetto imprenditore agro-ambientale, col compito di svolgere una funzione che possiamo chiamare di "custode della natura", "una funzione veramente utile per la società" (Reg. Cee 1760/1987).

L'obiettivo della Cee in campo agricolo in sintesi è oltre quello di contribuire a una riduzione della produzione, promuovendo il ricorso a pratiche estensive che implicano un maggiore utilizzo di terreni, e contemporaneamente scoraggiando la corsa a rese elevate e, dunque limitando l'uso di fertilizzanti e di pratiche altamente inquinanti, è anche quello di incentivare un ruolo di gestione del territorio e di protezione delle risorse naturali da parte dell'agricoltore, in particolare della conservazione delle risorse naturali e nella salvaguardia del territorio e del paesaggio, nella cura dei terreni abbandonati a beneficio del pubblico e per attività ricreative.

Cfr.: CAMAGNI, R., 1994. "Processi di utilizzazione e difesa dei suoli nelle fasce periurbane: dal conflitto alla cooperazione fra città e campagna". In: BOSCACCI, F., CAMAGNI, R., a cura di, 1994. *Tra città e campagna periurbanizzazione e politiche territoriali*. Bologna: il Mulino, pp. 14-16.

precipue di un dato contesto, lo studio e l'analisi dei progetti già condotti o in atto diventa essenziale per validarne i percorsi di ricerca e le scelte strategiche.

1.2.1. Fonti rinnovabili di energia ed efficienza energetica – NEXT21

Nell'ottobre del 1993 la società del gas della città di Osaka (Giappone) ha dato il via alla sperimentazione denominata NEXT21 (**Fig. 1**), un complesso residenziale costruito per ospitare sedici famiglie di dipendenti dell'azienda. Suddiviso in tre fasi di sperimentazione (la Fase 3 è partita nel 2007) e basato sui concetti di sostenibilità ambientale, efficienza energetica e di sostenibilità sociale sia per rispondere alla necessità della conservazione dell'ambiente che per far fronte all'invecchiamento della popolazione e al declino delle nascite, il progetto NEXT21 costituisce lo sviluppo di pregresse e analoghe sperimentazioni condotte dalla stessa azienda del gas di Osaka negli anni '60 attraverso la realizzazione del complesso residenziale di Higashitoyonaka e negli anni '80 con la casa multifamiliare "NEXT".



Fig. 1 – Il complesso residenziale NEXT21²⁸

L'obiettivo del progetto NEXT21 è di realizzare alloggi sicuri e confortevoli garantendo un livello di qualità della vita adeguata agli standard contemporanei e conseguendo nel contempo la riduzione delle emissioni di CO₂ e un utilizzo efficiente delle risorse energetiche impiegate.

Un aspetto architettonico interessante posto alla base della costruzione del complesso residenziale, risiede nell'estrema flessibilità degli appartamenti, progettati in maniera tale che gli stessi inquilini abbiano la possibilità di modificarne la distribuzione e l'ampiezza degli ambienti. Questa caratteristica va incontro all'obiettivo posto in premessa di sostenibilità sociale e quindi di adattabilità dell'ambiente abitativo al mutare degli stili di vita e della struttura sociale e familiare. Tale peculiarità è ottenuta attraverso il limitare le strutture portanti in calcestruzzo armato lungo l'involucro perimetrale dell'edificio lasciando in tal modo libere le superfici degli

²⁸ Immagine tratta dalla pubblicazione informativa "Osaka Gas Experimental Housing – NEXT21" reperibile all'ufficio informativo presso il complesso residenziale NEXT21.

alloggi. Le partizioni interne sono realizzate attraverso pannelli prefabbricati seriali, assemblati in uno schema modulare e facilmente movibili. L'impiantistica è localizzata negli spazi comuni dei ballatoi di accesso ai vari alloggi in modo tale da garantire una vasta possibilità di accesso a essa da ogni punto dell'appartamento. Inoltre agli inquilini è data in dotazione una sorta di manuale utile a gestire le operazioni di rimodellazione. Oltre al già citato vantaggio rispetto alla sostenibilità sociale, un ambiente ad alto grado di flessibilità realizza una riduzione di rifiuti derivanti da interventi edilizi altrimenti necessari per l'adattamento degli alloggi a nuovi usi e a mutate esigenze degli inquilini.

Nel cortile interno e sui vari livelli degli spazi sovrapposti comuni del complesso residenziale, sono state piantate numerose essenze vegetali realizzando giardini pensili per un'area totale di 1.021 m². L'ambiente naturale così ricreato, oltre che a rendere più gradevoli gli alloggi, ha realizzato un piccolo ecosistema attraendo numerose specie faunistiche, soprattutto uccelli, censiti questi in almeno ventidue specie diverse. Un vantaggio misurato è l'effetto della vegetazione di schermare la luce diretta del sole e favorire l'evapotraspirazione prevenendo in tal modo l'accumulo di calore durante il giorno e aiutando l'isolamento e quindi il comfort delle abitazioni.

Per quanto riguarda i rifiuti organici e le acque di scarico, il complesso residenziale NEXT21 utilizza un sistema denominato "Aqualoop". Nel trattamento collettivo dei rifiuti prodotti nel complesso residenziale, gli aspetti coinvolti includono i siti di stoccaggio, il controllo delle emissioni e gli sprechi energetici. Nel complesso NEXT21 i rifiuti organici sono raccolti in uno speciale compartimento collocato al di sotto del pavimento della cucina per poi essere pompati in un serbatoio posto nel basamento dell'edificio. Qui i rifiuti organici uniti al surplus di fanghi derivanti dal trattamento delle acque di scarico sono ossidati in un reattore catalitico e scomposti in acqua, anidride carbonica e azoto. Il resto delle acque di scarico, opportunamente trattate, sono riutilizzate come acque di riciclo destinate a vari scopi, fra cui l'irrigazione del verde. Il sistema di trattamento dei rifiuti indipendente del complesso NEXT21 (**Fig. 2**) genera vari benefici quali un servizio completo di raccolta e smaltimento, riduzione degli effluenti fognari, riduzione dei consumi di acqua corrente e recupero di calore.

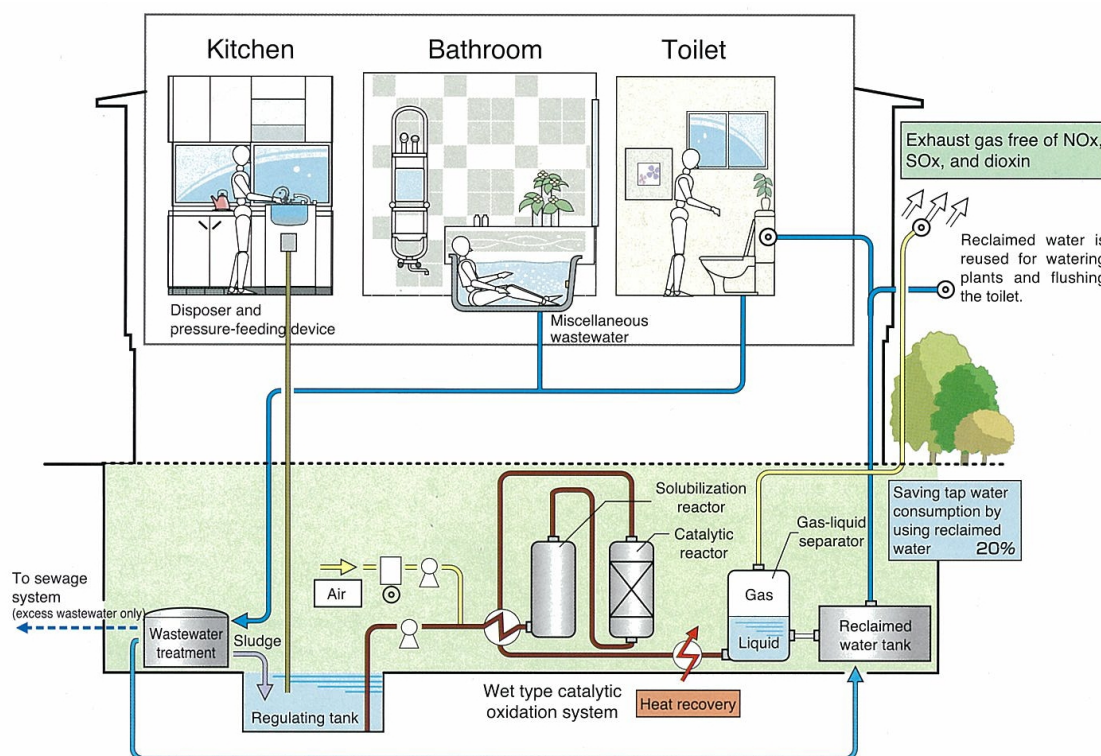


Fig. 2 – Next21: Sistema di trattamento e riciclo dei rifiuti²⁹

Durante la Fase 1 di sperimentazione l'obiettivo di alta efficienza energetica per gli usi connessi al funzionamento dell'intero complesso residenziale è stato perseguito attraverso l'utilizzo un sistema di cogenerazione a celle a combustibile all'acido fosforico (Fig. 3) mentre nella Fase 2 è stato testato un sistema compatto di cogenerazione funzionante con un motore a gas della potenza di 9,8 kW (Fig. 4).

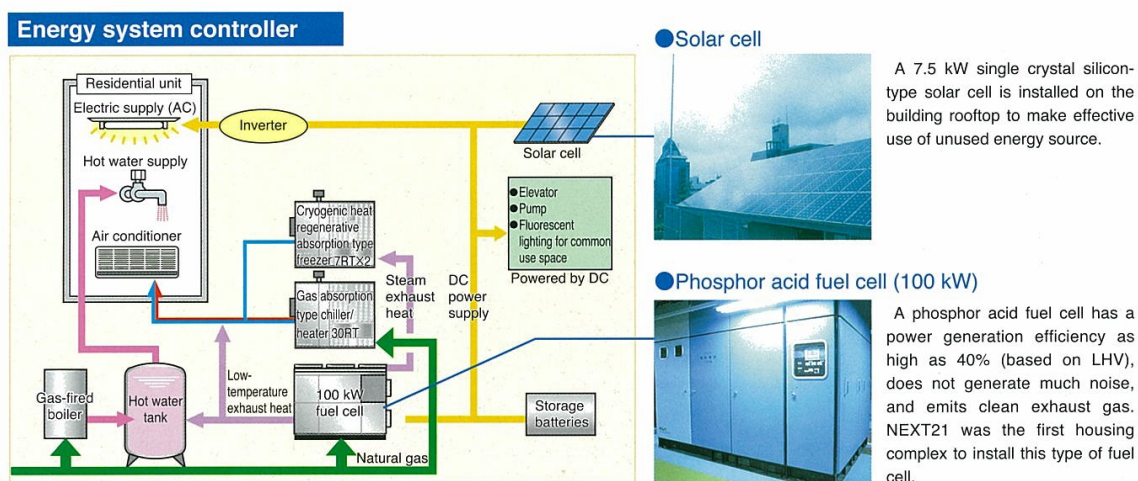


Fig. 3 – Fase 1: sistema dell'energia³⁰

²⁹ Immagine tratta dalla pubblicazione informativa "Osaka Gas Experimental Housing – NEXT21" reperibile all'ufficio informativo presso il complesso residenziale NEXT21.

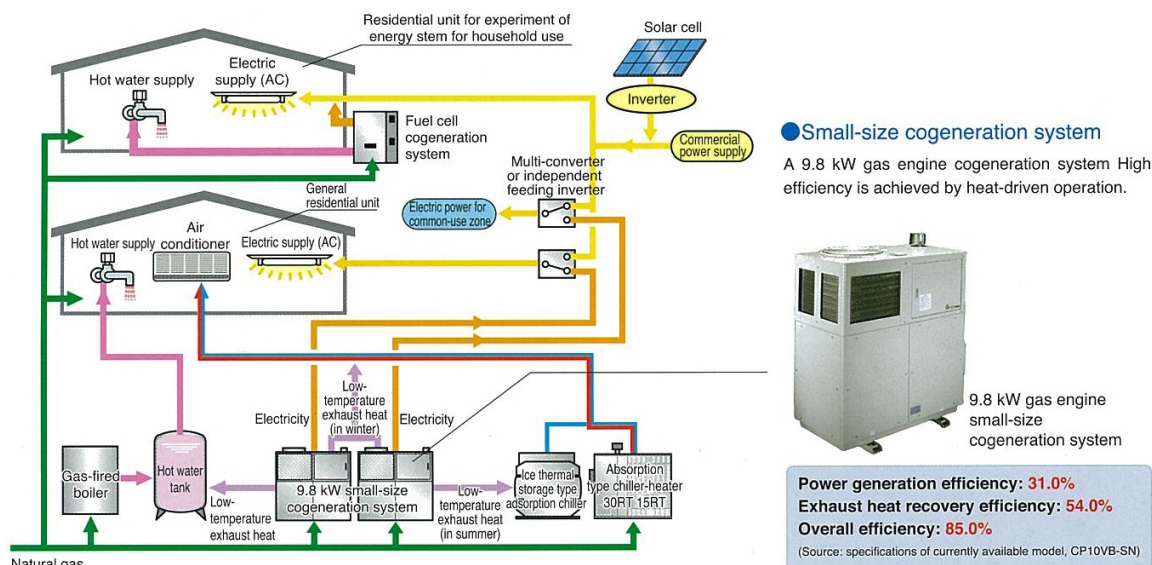


Fig. 4 – Fase 2: sistema dell'energia³¹

Per quanto riguarda il sistema dell'energia connesso agli usi delle singole abitazioni, nella terza fase partita da alcuni anni il progetto NEXT21 si è fatto promotore della sperimentazione delle celle a idrogeno come tecnologia chiave per una società umana a basso impatto ambientale. La tecnologia delle celle a idrogeno è un sistema ad alta disponibilità energetica, con basse perdite di trasmissione e con emissioni costituite solo da acqua. La fase sperimentale da poco partita prevede di realizzare un risparmio complessivo nel consumo energetico (Fig. 5).

La distribuzione efficiente dell'energia termica è attuata attraverso lo sviluppo di un sistema di cogenerazione a basso consumo che fa uso di un singolo anello di distribuzione dell'acqua calda per tutto l'edificio, allo scopo di ridurre le dispersioni termiche, e di serbatoi posizionati nelle singole abitazioni. La lunghezza totale delle tubazioni per la distribuzione è ridotta in maniera sostanziale. Questo sistema di cogenerazione distribuisce acqua calda a tutte le abitazioni nei momenti di picco di utilizzo facendo uso allo stesso tempo di serbatoi di ridotta capacità e di tubazioni comuni di dimensioni contenute (Fig. 6). Per la produzione dell'acqua calda è attualmente in uso un sistema a celle a combustibile a polimeri solidi (SPFC) ed è in sperimentazione un sistema a celle a combustibile a ossidi solidi (SOFC).

³⁰ Immagine tratta dalla pubblicazione informativa "Osaka Gas Experimental Housing – NEXT21" reperibile all'ufficio informativo presso il complesso residenziale NEXT21.

³¹ Immagine tratta dalla pubblicazione informativa "Osaka Gas Experimental Housing – NEXT21" reperibile all'ufficio informativo presso il complesso residenziale NEXT21.

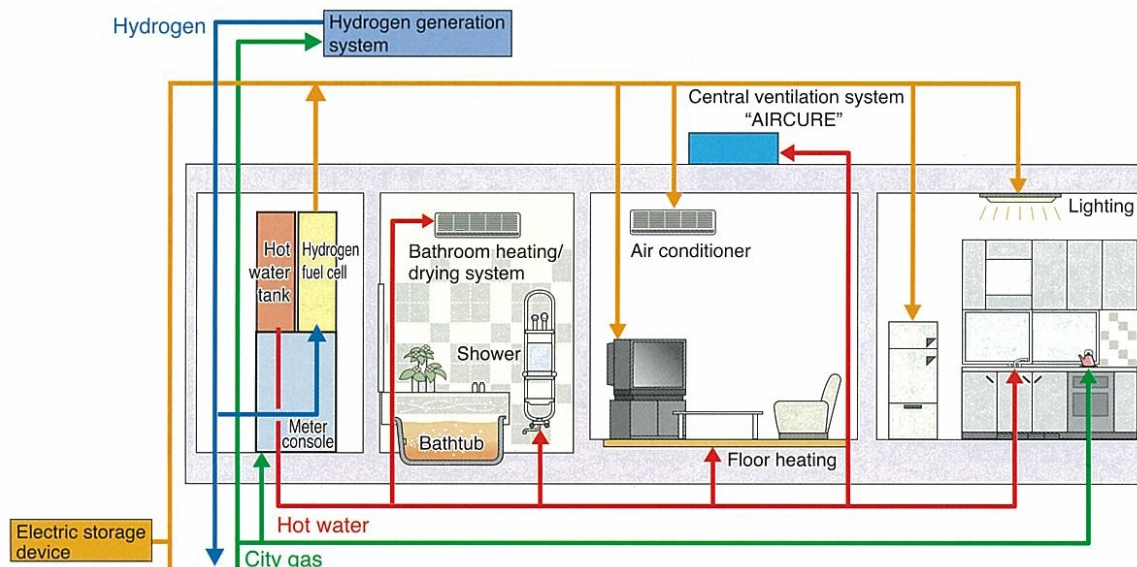


Fig. 5– Fase 3: sistema dell'energia

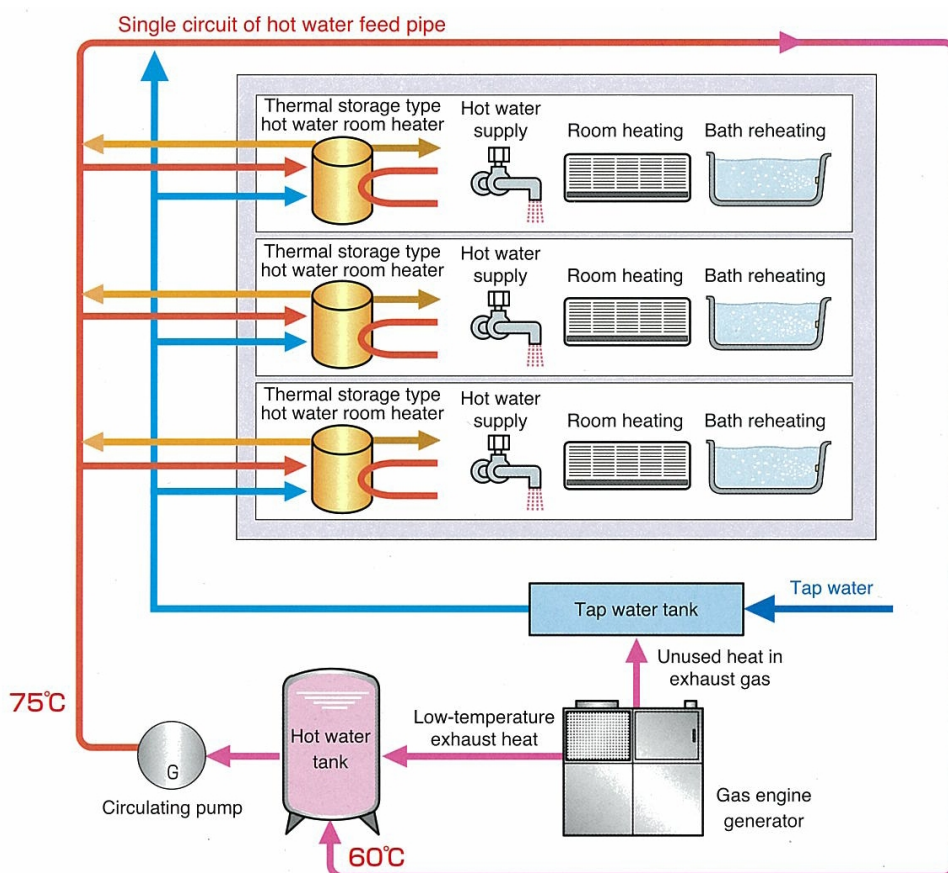


Fig. 6 – Schema del sistema di cogenerazione e distribuzione dell'acqua calda³²

Un'ulteriore sperimentazione in atto nel complesso NEXT21 è la rimodellazione dell'appartamento 301 secondo le più recenti tecnologie disponibili e allo scopo di massimizzare

³² Immagine tratta dalla pubblicazione informativa "Osaka Gas Experimental Housing – NEXT21" reperibile all'ufficio informativo presso il complesso residenziale NEXT21.

l'efficienza energetica. Il processo di rimodellazione ha visto l'utilizzo di materiali a altamente isolanti termicamente, l'installazione di un sistema a celle a combustibile a ossidi solidi (SOFC), utilizzo di sistemi a energia solare per il risparmio energetico e l'adozione da parte degli inquilini di uno stile di vita improntato al risparmio energetico. Si prevede che questi accorgimenti possano ridurre i consumi energetici all'incirca di un quarto.

1.2.2. Impiego delle risorse territoriali – Il villaggio bioenergetico di Jühnde

Il progetto del villaggio bioenergetico di Jühnde in Germania, finanziato con fondi governativi (1,3 milioni di euro), ha avuto inizio, nella sua fase operativa, nel 2006 con lo scopo di sostituire in toto l'impiego di combustibili fossili con l'utilizzo di biomassa di origine agricola e forestale per la produzione di energia elettrica e termica per l'intero villaggio (**Fig. 7**).

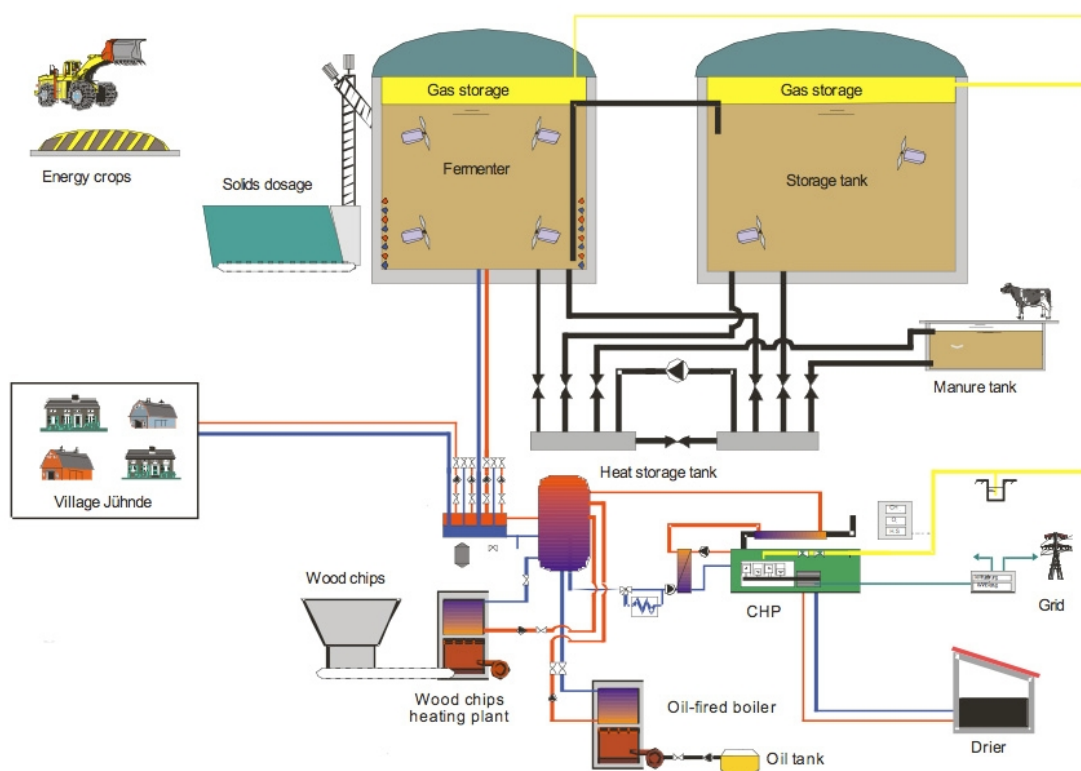


Fig. 7 – Schema del sistema di produzione e distribuzione della bioenergia³³

Nell'attuazione del progetto ha avuto grande rilevanza la partecipazione attiva dei cittadini nel comporre una rete sociale indispensabile al corretto funzionamento di tutto il sistema. Da questo punto di vista è stata fondamentale l'azione dell'amministrazione locale nel promuovere e motivare le scelte strategiche progettuali.

Il villaggio ospita una comunità di circa 800 individui. Localizzato nella Sassonia meridionale, è stato scelto come luogo di sperimentazione in base a criteri economici, infrastrutturali, naturali e sociali. Nella fase progettuale e per poter accedere ai finanziamenti governativi, più del 70%

³³ Immagine tratta dalla pubblicazione divulgativa "The first bioenergy village in Jühnde/Germany - Energy self sufficiency with biogas" all'indirizzo internet:
http://www.iea-biogas.net/Dokumente/casestudies/biogas_village.pdf

degli abitanti del villaggio si sono costituiti in cooperativa investendo dei fondi iniziali per poter realizzare le reti di connessione delle singole abitazioni al sito di produzione bioenergetica. Quest'ultimo è composto di:

- un impianto di biogas per la co-fermentazione di effluenti zootecnici e frumento da differenti culture energetiche;
- una caldaia alimentata da residui legnosi (wood chips) delle lavorazioni forestali;
- una rete infrastrutturale di tubazioni per il trasporto dell'energia termica alle 145 case costituenti il villaggio.

Il biogas prodotto nel primo impianto è convertito in elettricità e calore da un sistema di cogenerazione (CHP) della potenza di 700 kW per la produzione elettrica e di 750 kW per la produzione di energia termica.

La caldaia è necessaria a integrare la produzione di energia termica di altri 550 kW durante i freddi mesi invernali. Inoltre due serbatoi di 50 m³ assicurano che il fabbisogno di energia termica delle case possa essere soddisfatto sempre e in qualunque periodo dell'anno. È presente poi un'ulteriore caldaia alimentata a olio di potenza massima di 1.700 kW, che viene messa in funzione solo nel caso di malfunzionamento o guasto degli altri impianti.

La rete distrettuale di distribuzione dell'energia termica ha una lunghezza di 5.500 m e opera con acqua in circolo alla temperatura di 85°C. La rete è direttamente connessa ai dispositivi installati in ciascun'abitazione per la produzione e la distribuzione di acqua calda. L'elettricità prodotta viene invece immessa interamente nella rete pubblica e pagata dallo stato con tariffe fisse convenienti per il produttore.

Per la produzione del biogas sono utilizzate approssimativamente 15.000 tonnellate di biomassa vegetale da colture bioenergetiche ed erbacee e circa 9.000 m³ di liquami zootecnici provenienti da sei fattorie. La produzione di biomasse da destinare alla digestione anaerobica ha modificato il sistema colturale richiedendo l'adozione di coltivazioni miste e doppie a basso tasso di utilizzo di pesticidi grazie alla crescita veloce e quindi l'alta frequenza dei raccolti. Il surplus nella produzione di energia termica durante i mesi estivi è utilizzato in una stazione di essiccamento per ridurre il contenuto di acqua dei residui legnosi per la caldaia e incrementarne così il potere calorifico.

L'impianto di biodigestione anaerobica riesce a produrre approssimativamente 5.000 MWh di elettricità l'anno, ammontare superiore ai fabbisogni del villaggio. La produzione di energia termica raggiunge i 6.500 MWhth, circa il 99% dei fabbisogni delle abitazioni connesse e solamente il 10% della produzione termica è destinata alla biodigestione anaerobica in quanto tale processo produce calore di per sé.

Grazie alla cogenerazione di elettricità ed energia termica si calcola che circa 3.300 tonnellate di carbonio vengano sottratte alle emissioni rispetto all'utilizzo alternativo di fonti convenzionali derivanti da combustibili fossili. Inoltre l'utilizzo di un impianto bioenergetico aiuta a promuovere la qualità della vita oltre ad avere, effetti positivi ambientali ed economici. Nello specifico si realizza una diminuzione degli odori sgradevoli dovuti allo stoccaggio dei reflui zootecnici e del loro utilizzo colturale, s'incrementa e si stabilizza la domanda locale di prodotti delle attività forestali e agricole, s'incentiva l'attività di compagnie di servizi e l'artigianato locali. Recentemente, a seguito del successo dell'impianto bioenergetico, la comunità di Jühnde sta progettando di ampliare la sperimentazione a tecnologie di ultima generazione, quali le celle a combustibile alimentate a biogas, in grado di implementare l'efficienza nella produzione energetica.

In conclusione, il villaggio energetico di Jühnde mostra come sia possibile costituire una comunità umana auto sostenibile le cui attività siano basate sull'utilizzo di risorse territoriali disponibili localmente quali le biomasse di origine agricola e forestale. L'esperienza di Jühnde rende evidente però che per il successo di un progetto di questo tipo sia essenziale la partecipazione diretta della comunità, che diventa un partner attivo nella gestione dell'impianto bioenergetico, e degli operatori agricoli e forestali per assicurare contratti duraturi e prezzi stabili per la fornitura della biomassa.

1.2.3. Tecnologie high tech per la gestione dei rifiuti e delle acque di scarico – Lübeck

Il complesso immobiliare ecologico di Lübeck in Germania è stato realizzato come esperienza dimostrativa pilota nell'ambito delle EXPO 2000 di Hannover. Si tratta di un nuovo insediamento residenziale di 117 unità abitative distribuite in case bifamiliari, villette a schiera e condomini di appartamenti economicamente, socialmente ed ecologicamente sostenibili. Basato sui concetti di auto sostenibilità, integrazione della generazione energetica e della gestione delle acque di scarico, il progetto fa uso di tecnologie innovative per il risparmio energetico e per il trattamento dei rifiuti domestici e delle acque di scarico con l'obiettivo di minimizzare gli impatti e le interferenze sugli ecosistemi naturali e promuovere una convivenza integrata e attiva degli abitanti (Fig. 8).

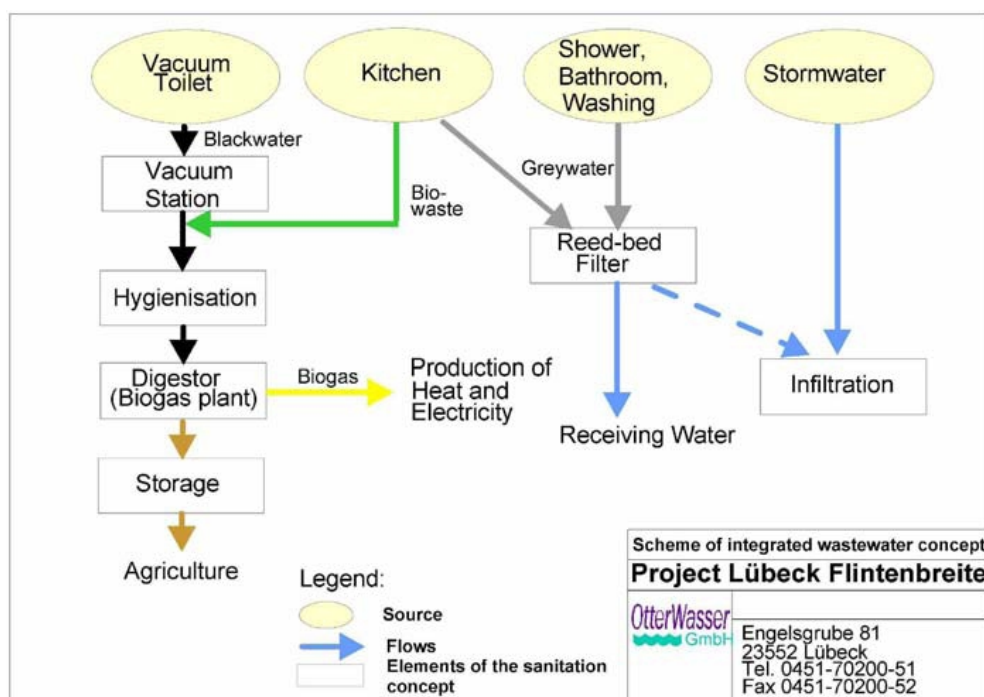


Fig. 8 – Schema del sistema di trattamento, riciclo e smaltimento delle acque reflue³⁴

L'insediamento abitativo non è connesso alla rete pubblica infrastrutturale. Le acque di scarico sono raccolte e sottoposte a un ciclo interno di trattamento mentre le acque piovane sono convogliate dal sistema di grondaie e disperse nella falda acquifera sottostante attraverso canali

³⁴ Immagine tratta dalla scheda dati "Ecological housing estate Lübeck Flintenbreite - Lübeck, Germany" all'indirizzo internet:
<http://www.gtz.de/en/dokumente/en-ecosan-pds-004-germany-luebeck-flintenbreite-2005.pdf>

d'infiltrazione decentralizzati. L'utilizzo di servizi igienici a vuoto (vacuum toilet) consente l'impiego di una quantità minima di acqua nelle operazioni di scarico (0,7–1,2 litri per scarico) e le acque nere prodotte (feci e urine) sono trasportate attraverso tubature anch'esse a vuoto in un biodigestore anaerobico centralizzato che opera un processo mesofilico a 37°C. I rifiuti organici provenienti dalle cucine sono raccolti dapprima separatamente e poi trattati con le acque nere in un processo d'igienizzazione della durata di un'ora alla temperatura di 70°C a cui fa seguito la digestione anaerobica. Il biogas prodotto è convertito in energia termica o elettrica e utilizzato direttamente dalle abitazioni. Gli effluenti liquidi del processo di biodigestione sono sottoposti a un ulteriore trattamento di stabilizzazione per poi essere utilizzati come fertilizzante da parte di una cooperativa agricola. Le acque grigie prodotte dai bagni e dalle cucine sono raccolte separatamente e trasportate per gravità in ecosistemi umidi artificiali dopo una fase preliminare di sedimentazione.

I costi d'investimento per la realizzazione dell'insediamento ecologico di Lübeck sono stati approssimativamente del 40% superiori a sistemi di tipo convenzionale mentre i costi di gestione sono stati stimati inferiori del 25% rispetto a insediamenti abitativi analoghi. Tuttavia quest'ultimo dato non è direttamente verificabile nel dettaglio in quanto l'insediamento non è ancora del tutto abitato a causa degli alti costi che le unità abitative hanno raggiunto sul mercato immobiliare. Questo rappresenta un grosso limite del progetto che ha come conseguenza che il sistema di trattamento dei rifiuti e di generazione energetica non è stato ancora testato nel pieno del suo funzionamento. Un altro limite è rappresentato dalla necessità di formazione tecnica di operatori specializzati addetti alla manutenzione e gestione degli impianti, non direttamente utilizzabili dagli abitanti a causa dell'alto livello tecnologico.

I dati positivi riguardano soprattutto la realizzazione del completo trattamento on-site delle acque di scarico e dei rifiuti organici con conseguente riduzione significativa dei consumi di acqua e di rilascio di nutrienti non trattati, destinati invece alle attività agricole, rispetto a sistemi di tipo tradizionale, evitando gli impatti indotti dalla costruzione di una rete infrastrutturale di tipo convenzionale, garantendo nel contempo agli abitanti alti livelli di comfort.

1.2.4. Tecnologie low tech per la gestione dei rifiuti e delle acque di scarico – Bessenbach

L'azienda agricola "Waldmichelbacher-hof" a Bessenbach in Baviera, Germania, occupa una superficie di 200 ha di cui 170 destinati al pascolo e 30 per la coltivazione di foraggio per il bestiame, 280 capi bovini e 50 cavalli, e di cereali per la panetteria e la distilleria del ristorante. Il ristorante può accogliere 260 ospiti e dà lavoro a 14 persone (4 famiglie) che vivono all'interno della struttura.

L'azienda agricola non è connessa alla rete fognaria urbana a causa di considerazioni di carattere prettamente economico sulla convenienza dell'allacciamento alla rete infrastrutturale, ma utilizza un sistema di trattamento e riuso combinato degli effluenti zootecnici, delle acque nere e dei rifiuti organici domestici e del ristorante realizzando la chiusura del ciclo dei nutrienti e generando nel contempo energia elettrica e termica. Le tecnologie utilizzate sono relativamente semplici e richiedono interventi manutentivi facilmente attuabili dagli stessi utenti del sistema evitando il ricorso a manodopera specializzata:

- Servizi igienici convenzionali con scarichi a basso consumo di acqua. Nella fase di progettazione non è stata ravvisata la necessità di separare feci e urine in quanto

entrambi sono processabili all'interno di un unico reattore per la digestione anaerobica per la produzione di biogas e fertilizzante per l'attività agricola.

- Un serbatoio della capienza di 100 m³ per la raccolta delle acque di scarico. Il serbatoio funge anche da contenitore di premiscelazione dei rifiuti e dei reflui provenienti dagli alloggi della fattoria, dal ristorante, dalle stalle, dalla distilleria e dai locali di macellazione.
- Un collettore della capacità di 500 m³ localizzato al di sotto delle stalle.
- Un digestore anaerobico isolato termicamente del volume di 280 m³ completamente miscelato. Il riscaldamento del reattore è garantito da scambiatori di calore nelle pareti e sul fondo alimentati dall'acqua di raffreddamento dagli impianti di cogenerazione (CHP).
- Un ulteriore digestore anaerobico della capacità di 1500 m³, non isolato termicamente, non riscaldato e non miscelato per lo stoccaggio del digestato e del biogas prodotto.
- Due unità di cogenerazione CHP, ognuna della potenza di 37 kW per la generazione di energia elettrica e di 74 kW per il recupero di energia termica attraverso l'acqua di raffreddamento e il calore dei gas esausti degli scambiatori.

L'elettricità e il calore prodotti sono utilizzati negli alloggi e in tutte le attività connesse alle lavorazioni dell'azienda agricola e del ristorante. Il surplus nella produzione dell'energia elettrica è immesso nella rete pubblica (Fig. 9).

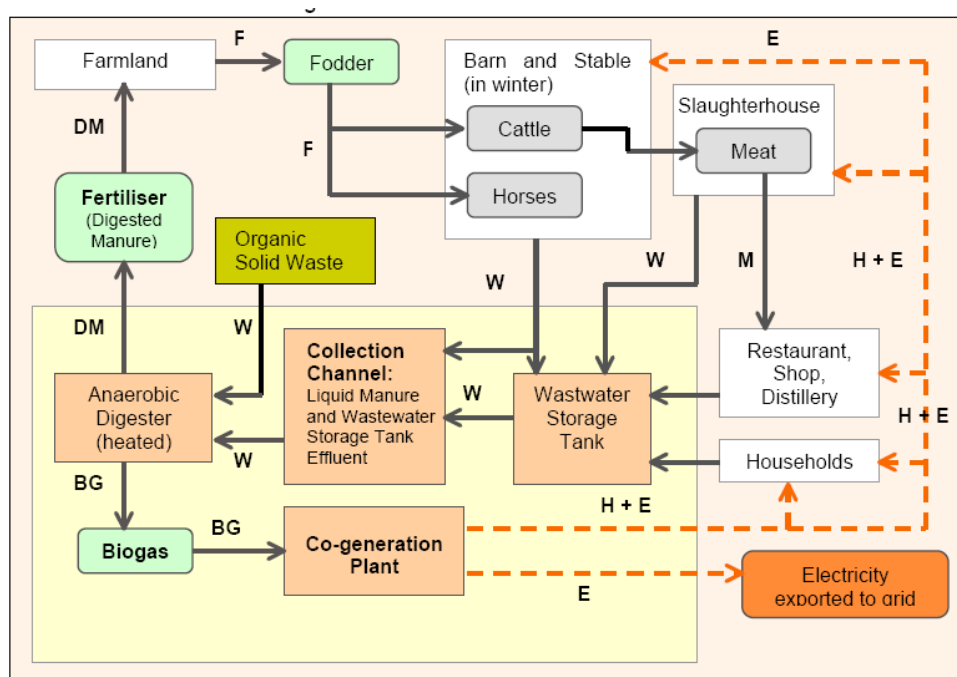


Fig. 9 – Schema del sistema di trattamento e riciclo dei rifiuti per la produzione energetica³⁵

I vantaggi ottenuti dall'utilizzo del sistema si traducono innanzitutto in un risparmio economico: a fronte di un investimento iniziale di 200.000 € e di spese di manutenzione relative soprattutto alla sostituzione di parti nei moduli di cogenerazione o dei moduli stessi ogni 15.000-20.000 ore di funzionamento, costi che si aggirano intorno ai 4.000-5.000 € al pezzo, si realizza un risparmio

³⁵ Immagine tratta dalla scheda dati "Biogas-ecosan project Waldmichelbacherhof of Bessenbach, Germany" all'indirizzo internet:
<http://www.gtz.de/en/dokumente/en-ecosan-pds-006-germany-waldmichelbacherhof-2005.pdf>

per il riscaldamento degli ambienti nel periodo invernale, un risparmio di 20.000 € l'anno per il fertilizzante, di circa 23.000 € l'anno di energia elettrica, nonché il guadagno ottenuto vendendo il surplus nella produzione di energia elettrica allo stato (circa 5.000 € l'anno).

Come nel caso di Lübeck illustrato in precedenza, sono da includere nel bilancio dei vantaggi del sistema gli impatti evitati indotti dalla costruzione di una rete infrastrutturale di tipo convenzionale nonché la realizzazione di un ciclo chiuso dei rifiuti e dei nutrienti con esternalità estremamente ridotte.

1.4. Il caso studio: il territorio periurbano del comune di Giffoni Sei Casali

Giffoni Sei Casali è un piccolo comune della provincia di Salerno di circa 4.000 abitanti. Il suo territorio rientra nell'area geografica dei Monti Picentini, massiccio montuoso dell'Appennino Campano, e una porzione di esso è parte del Parco Regionale dei Monti Picentini istituito con Legge Regionale n. 3 dell' 01/09/93. Il nome del comune deriva dagli originari sei casali costituenti il comune odierno e in passato facenti parte dell'Università di Giffoni. Attualmente i casali sono ancora ravvisabili nelle moderne frazioni di Capitignano e Capocasale, riuniti nell'unico abitato capoluogo di Capitignano, Sieti Alto e Sieti Basso, riuniti nell'unico abitato di Sieti, Malche, area agricola caratterizzata soprattutto da un'edificazione diffusa, e Prepezzano, abitato sviluppatosi nell'area valliva lungo il corso d'acqua omonimo.

1.4.1. L'edilizia abusiva nel territorio periurbano di Giffoni Sei Casali

L'area periurbana del comune di Giffoni Sei Casali, di circa 6 km² di estensione corrispondente grossomodo al territorio della frazione Malche e parte dei territori vallivi delle frazioni Capitignano e Prepezzano, è situata nella fascia sud di accesso al comune.

Da un punto di vista insediativo l'area, di recente sottoposta a revisione di piano, presenta le caratteristiche tipiche della diffusione periurbana con un'edificazione per lo più dispersa a destinazione prevalentemente agricola e residenziale, priva di consolidata definizione urbana. Questa connotazione risulta amplificata dalla presenza di recenti e consistenti insediamenti di carattere illecito, derivati da attività edificatoria ex novo e da variazioni di destinazione d'uso di fabbricati da agricolo ad abitativo.

Nonostante ciò il sito conserva un estremo interesse sotto il profilo paesaggistico sia da un punto di vista orografico che di specifico uso del suolo. Esso insiste su una vasta area pianeggiante che ha per sfondo, estesi sistemi collinari ed è delimitata a est e ovest da due corsi d'acqua, il Picentino e il Prepezzano.

La spiccata vocazione d'uso agricolo del luogo, che ha vissuto nel tempo alterne vicende tra cui si segnala la suddivisione censuaria avvenuta nella metà dell'Ottocento, vede oggi la dominanza di attività colturali in oliveti, vigneti, pereti, meleti e nocciuleti. Consistente risulta anche la presenza di serre destinate alla coltivazione di "insalatine da taglio" da imbustare in altro sito. La conduzione dei fondi agricoli è affidata essenzialmente ad aziende a gestione familiare. Si registra la presenza di alcuni frantoi di recente impianto.

Per una vasta area localizzata nella parte orientale, la zona è interessata da rischio e pericolosità idrogeologica con livelli che variano da medio a molto elevato.

Il sistema viario è affidato a due arterie provinciali: la prima, di collegamento con Salerno e con i comuni limitrofi, conduce al centro di Capitignano; l'altra, a carattere secondario, diramandosi dalla prima, si collega alla frazione di Prepezzano. L'accessibilità agli ambiti insediativi è affidata a un sistema capillare di strade interne e sentieri.

L'altimetria del territorio comunale di Giffoni Sei Casali, a un'altitudine media di 225 metri s.l.m., varia da un minimo di 65 metri s.l.m. nella valle del fiume Picentino, a un massimo di 1.605 in corrispondenza della vetta del monte Mai. Rispetto alle sue caratteristiche morfologiche, il territorio può essere suddiviso grossolanamente in tre macroaree corrispondenti a tre diversi gradi di acclività, distinguendo una zona di fondovalle e una fascia collinare o pedemontana,

entrambe coltivate, e una zona montana per lo più boscata ma con episodi di aree non coltivate o destinate a pascolo e di rocce affioranti di origine calcareo - dolomitica. Diffuso è il fenomeno del carsismo, come del resto in tutta l'area del massiccio dei Picentini, che si manifesta nell'esistenza di numerose sorgenti, sfruttate soprattutto nel passato per scopi irrigui, che risentono nella loro portata delle variazioni climatiche. I due principali corsi d'acqua sono il fiume Picentino e il torrente Prepezzano, che a valle segnano rispettivamente il confine con il comune di Giffoni Valle Piana a est e il comune di San Cipriano Picentino a ovest.

Il clima, benché conformato a quello tipico degli ambienti mediterranei, tendenzialmente desertico d'estate e caratterizzato da frequenti precipitazioni durante i mesi invernali, risente dell'influenza del massiccio dei Picentini, soprattutto nell'andamento delle temperature e delle precipitazioni. Data la peculiare conformazione altimetrica del territorio su cui insiste il comune di Giffoni Sei Casali, si possono distinguere due fasce climatiche corrispondenti a una fascia montana, fra gli 800 e i 1.600 metri, caratterizzata da inverni rigidi e nevosi, primavere e autunni piovosi ed estati con scarse precipitazioni, e una fascia collinare caratterizzata da estati siccitose e inverni piovosi.

La vegetazione forestale si concentra soprattutto nelle fasce montuose ed è caratterizzata da boschi di latifoglie decidue, boschi di faggio, rimboschimenti e pascoli.

Dal punto di vista agronomico, nelle zone collinari, dove i suoli presentano una moderata acclività, sono abbastanza profondi e pietrosi ma con buona ossigenazione, l'uso agricolo prevalente è quello a oliveto, nocciolo, colture foraggere e cerealicole asciutte.

Nelle aree a valle, caratterizzate da suoli per lo più pianeggianti, profondi, su depositi alluvionali, con buona disponibilità di ossigeno, sono ampiamente diffusi i seminativi irrigui e le colture industriali a pieno campo. Le coltivazioni arboree riguardano per lo più la produzione di pere, mele e pesche. Sono inoltre molto frequenti gli orti vitati.

Nell'anno 2001 le aziende agricole nel territorio di Giffoni Sei Casali erano in numero di 490, di cui la stragrande maggioranza (399, circa l'80%) a conduzione e manodopera familiare, 53 (circa l'11%) a conduzione familiare con manodopera familiare prevalente, 37 (circa il 7%) a conduzione diretta con maggioranza di manodopera extrafamiliare. Il raffronto tra i dati del 2001 e il 1990 mostra come il comparto agricolo abbia subito una contrazione, evidente nel ridursi delle superfici destinate a coltivazioni legnose e nell'aumento delle superfici agricole non coltivate, a causa dell'aumento degli investimenti a seminativo e per la realizzazione di orti a uso familiare. Nello stesso periodo la stessa contrazione è ravvisabile anche nel numero dei capi allevati nelle aziende zootecniche.

Per quanto attiene la sola area periurbana del Comune di Giffoni Sei Casali, le attività rurali tradizionali mostrano ancora vivacità anche se raramente coinvolte in processi di modernizzazione e innovazione socio-economica. La forza lavoro impiegata nelle aziende agricole è prevalentemente familiare e scarsa risulta essere la meccanizzazione, talvolta a causa della pendenza dei suoli. Dal punto di vista distributivo, gli ambiti coltivati si strutturano in una trama complessa e apparentemente disordinata: i terreni coltivati s'interpongono a frammenti di vegetazione naturale o rinaturalizzata, le serre si alternano alle abitazioni, ai pochi opifici industriali e alle strutture di commercio.

La carta dell'uso agricolo (**Tab. 1**) mostra che il 24% della superficie dell'area periurbana è occupata da frutteti che, insieme ai noccioli (25%), rappresentano le colture più diffuse sul territorio. Circa il 10% del territorio è interessato da colture ortive intensive protette e di pieno

campo mentre solo l'8% è costituito da sistemi particellari complessi e agricoltura promiscua. I suoli lasciati alla vegetazione naturale si riducono per lo più a frammenti localizzati lungo i corsi d'acqua. Un'analisi sulla potenzialità riferita all'uso agricolo dei suoli, che considera diversi parametri di tipo morfologico, pedoclimatico, ecc., mostra come il 48% del territorio periurbano abbia un'elevata propensione all'attività agricola, permettendo potenzialmente una vasta gamma di attività agroforestali e zootecniche, e il 22% presenta moderate limitazioni all'attività agricola in generale, difficoltà spesso solo relative alla lavorabilità dei suoli, rischio erosione e inondazione. Tuttavia un'analisi della redditività delle colture in atto mostra come le colture ortive siano quelle più redditizie (maggiore di 10.000 € l'anno per ettaro) mentre la frutticoltura sia classificata a bassa redditività (meno di 5.000 € l'anno per ettaro). I nocioleti, circa un quarto dell'intera superficie territoriale periurbana, rientrano in una fascia di media redditività (tra i 5.000 e i 10.000 € l'anno).

L'insieme di questi dati mostra come l'attività agricola nell'area periurbana di Giffoni dia ancora un vivace apporto all'economia locale presentando tuttavia larghi margini di miglioramento. Da un punto di vista però non prettamente economico, è evidente come frutteti e nocioleti, che in totale occupano circa il 50% del territorio periurbano, pur non rappresentando le colture più redditizie, concorrano alla definizione del paesaggio agricolo tradizionale locale sempre più minacciato dalla tendenza in atto a stabilire, nelle aree più pianeggianti, colture più redditizie quali le serricole³⁶.

Land use typology Peri-urban area	Extension (m ²)	Percentage (%)
Water, lakes, ponds and streams	118,930.46	1.97%
Citrus plantations	14,308.38	0.24%
Built environment and artificial surfaces	1,168,412.83	19.34%
Arboriculture groves – hazel groves	1,234,075.19	20.43%
Artificially reforested areas	25,740.55	0.43%
Broad-leaf woods	93,996.67	1.56%
Grain cereal cultures together with forage cultures	53,117.62	0.88%
Bushes and shrubs	134,284.59	2.22%
Forage cultures together with grain cereal cultures	52,931.79	0.88%
Industrial cultures – beets, tobacco plants	13,649.15	0.23%
Covered cultures – horticultural and fruit greenhouses	154,387.68	2.56%
Temporary cultures together with permanent cultures	70,904.86	1.17%
Herbages	62,434.33	1.03%
Orchards and minor fruit gardens	1,477,444.28	24.45%
Olive groves	33,090.42	0.55%
Grazing lands, non cultivated and uncertainly cultivated lands	223,557.95	3.70%
Meadows	205,254.36	3.40%
Spring and summer sowable lands, horticultural lands	441,733.17	7.31%
Mixed and complex farming systems	397,264.35	6.58%
Vineyards	66,339.23	1.10%
Total	6,041,857.86	100.00%

Tab. 1 – Area periurbana di Giffoni Sei Casali: categorie d'uso del suolo e loro estensione

³⁶ Relazione Tecnica Agronomica Studio Tecnico Dottori De Dominicis-Memoli; aprile 2008; "Carta dell'uso agricolo e delle attività colturali in atto; LL.RR. n.14/82, n.2/87 e n.16/04; Variante al Piano Regolatore Generale per il recupero urbanistico degli insediamenti abusivi".

L'analisi dell'evoluzione dell'edificato (**Tavola 4 in appendice**) nell'area periurbana del comune di Giffoni Sei Casali, mostra una forte crescita della città diffusa dal 1984 al 2004³⁷. Il grafico (**Fig. 10**) riporta la suddivisione in percentuale dei fabbricati rispetto al periodo di costruzione ed evidenzia come il decennio 1984-1994 sia stato caratterizzato da una forte attività edilizia con la costruzione di oltre il 54% dei fabbricati esistenti. La restante percentuale di edifici si deve in parte a interventi realizzati prima del 1984 e in parte dopo il 2004 mentre nel decennio 1994-2004 l'attività edificatoria sembra avere avuto uno scarso incremento.

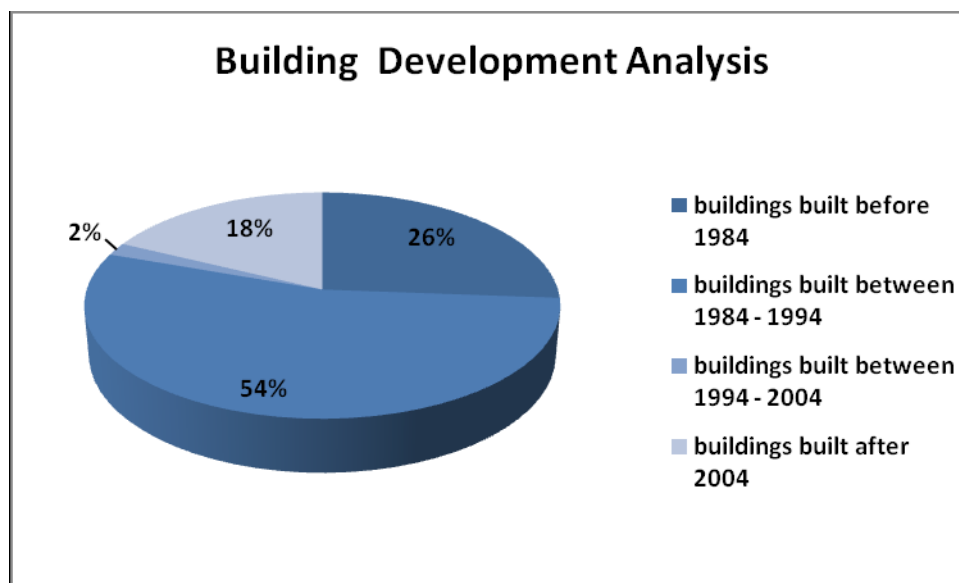


Fig. 10 – Evoluzione dell'edificato

Sul totale degli edifici censiti una larga percentuale, circa il 37%, è stato oggetto d'interventi edilizi di carattere illecito (**Fig. 11**), cui ha fatto seguito una richiesta di sanatoria ai sensi delle leggi di condono edilizio varate nel 1985, nel 1994 e nel 2003. Incrociando i dati relativi alle opere edilizie di carattere illecito, per cui è stata presentata domanda di condono, con i dati relativi al numero di edifici insistenti nell'area periurbana, si può stimare che l'attività edilizia illegale ha contribuito alla crescita dei fabbricati a destinazione residenziale nella misura di quasi il 20%.

Nello specifico è possibile suddividere gli interventi edilizi abusivi nelle seguenti "classi di abuso"³⁸:

- Nuova costruzione – riferita ai fabbricati costruiti in assenza di permesso;

³⁷ L'analisi è stata condotta attraverso il raffronto fra la cartografia di base del Piano Regolatore Generale del 1984, le ortofoto del 1994, del 2000 e del 2006 e il rilievo aerofotogrammetrico del 2004 e le fotografie satellitari.

³⁸ La definizione "classe di abuso" non è presente nella normativa nazionale. Le tipologie o classi di abuso presentate fanno riferimento direttamente alla classificazione degli interventi edilizi illeciti utilizzata nella fase di analisi dell'edificato abusivo nel territorio comunale di Giffoni Sei Casali ed elaborata con riferimento alle definizioni e alla terminologia presenti nella Legge n. 47/85 gli artt. 8, 9, 10, 12 e nella Legge n. 457/78 all'art. 31.

Cfr.: *Documento preliminare alla variante di Piano Regolatore Generale* (Delibera del Consiglio Comunale di Giffoni Sei Casali, 07/04/2007, protocollo 3516).

- Mutamento di destinazione d'uso - riferita agli edifici per lo più a destinazione agricola convertiti a una destinazione residenziale;
- Ampliamento residenziale – riferita all'aggiunta di volumi a fabbricati destinati a residenza;
- Ampliamento non residenziale - riferita all'aggiunta di volumi a fabbricati destinati a usi diversi dal residenziale;
- Ristrutturazione edilizia – riferita alle opere di ristrutturazione non alteranti i volumi o le superfici originarie effettuate in assenza di permesso;
- Opere non valutabili in termini di superficie e volume – riferita alle opere di manomissione e trasformazione non alteranti i volumi o le superfici originarie effettuate in assenza di permesso.



Fig. 11 – Giffoni Sei Casali, esempi di edifici in tutto o in parte abusivi

Nel territorio periurbano di Giffoni gli edifici abusivi residenziali, il cui uso residenziale sia stato dichiarato al momento della costruzione o derivanti da cambi di destinazione, ammontano a più del 70% del totale.

Dal grafico (**Fig. 12**) si evince come la costruzione di volumi quali le “nuove costruzioni”, e gli “ampliamenti residenziali”, costituiscano in totale il 48% degli interventi sottoposti a richiesta di permessi in sanatoria. I nuovi volumi residenziali costruiti si traducono in un maggiore carico sulle infrastrutture primarie, laddove esistenti, e in impatti diretti sul territorio, quali aumenti del rischio frana e del rischio idrogeologico, dovuti alle trasformazioni illecite e incontrollate messe in atto sul territorio. Gli interventi descritti come cambio di destinazione d'uso, (39%) si traducono anch'essi in un aggravio del carico sulle infrastrutture primarie in quanto significano, nella quasi totalità dei casi, mutamento di destinazione da agricola a residenziale.

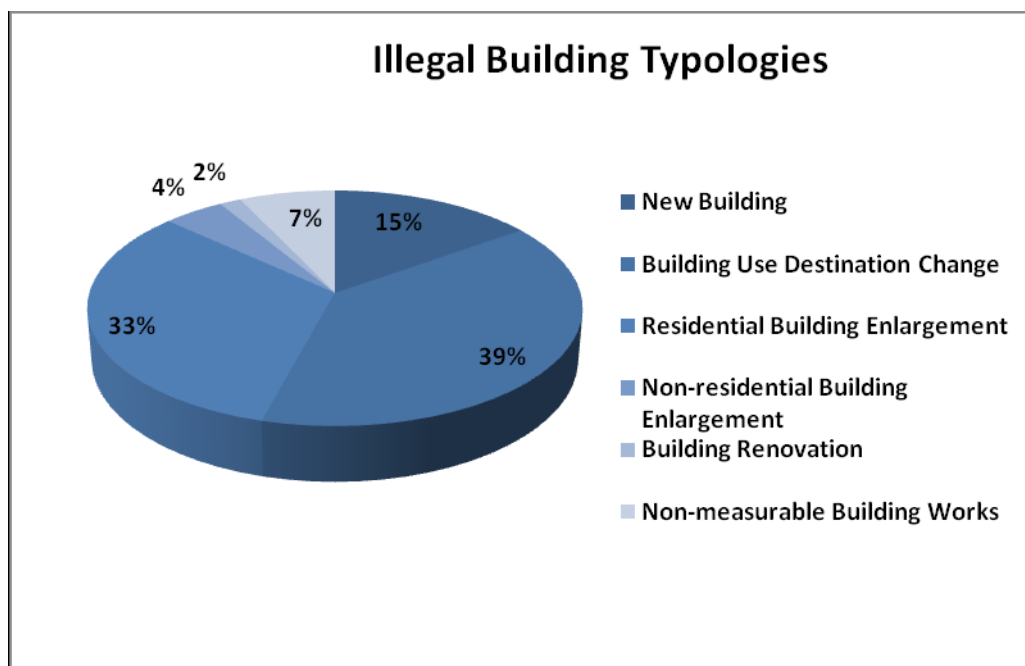


Fig. 12 – Classi di abuso

Un'ulteriore analisi condotta ha cercato di riferire ciascun edificio abusivo a una "tipologia aggregativa"³⁹ dell'edificato. Sulla base della consistenza e del carattere aggregativo del contesto dell'edificato abusivo è possibile distinguere le seguenti categorie:

- Insediamento abusivo - contesto riferito a una pluralità di costruzioni interconnesse tra loro;
- Costruzione singola – fabbricato abusivo facente parte di un insieme di edifici che, non configurabili come insediamenti, tuttavia appartengono a un contesto edilizio;
- Costruzione isolata - costruzione singola realizzata al di fuori del contesto urbano e edilizio consolidato.

Il grafico (**Fig. 13**) mostra come il 54% degli edifici abusivi sia riconducibile alla categoria "insediamento abusivo", confermando la tendenza dell'edificato recente a disporsi, laddove possibile, in piccoli agglomerati a grappolo lungo le principali vie di comunicazione. La restante percentuale del 46% è distribuita in maniera diffusa sul territorio, contribuendo in tal modo a caratterizzare fortemente il paesaggio agrario periurbano.

³⁹Le tipologie aggregative cui si fa riferimento sono quelle definite nella relazione illustrativa allegata al Documento preliminare alla variante di Piano Regolatore Generale (Delibera del Consiglio Comunale di Giffoni Sei Casali, 07/04/2007, protocollo 3516).

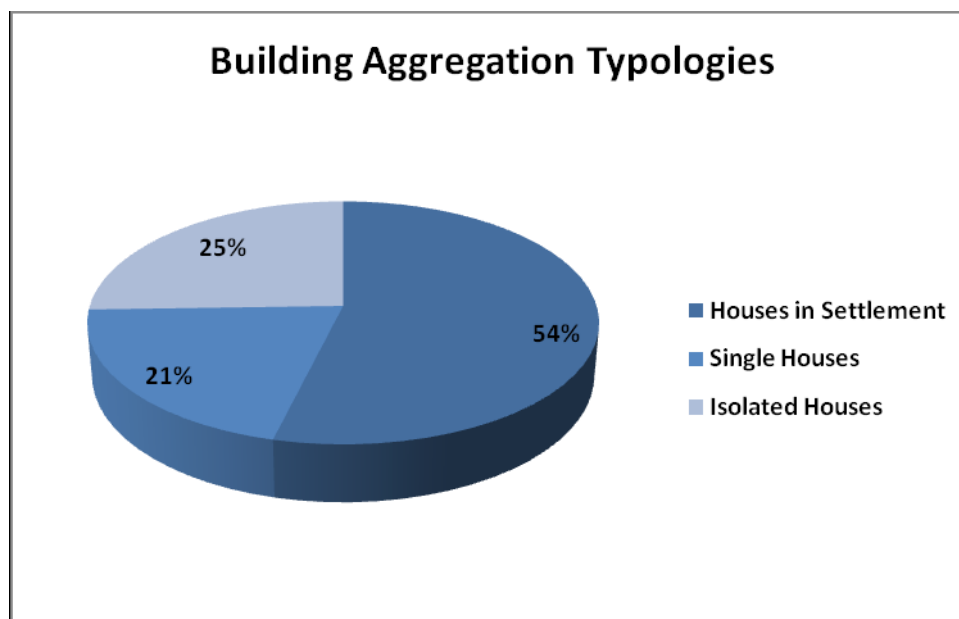


Fig. 13 – Tipologie aggregative

Nel caso degli insediamenti abusivi, l'analisi ha approfondito alcuni aspetti quali la dotazione di reti d'infrastrutturazione primaria mostrando un'assenza della fornitura del servizio pubblico di raccolta e smaltimento delle acque reflue domestiche per il 28% degli edifici, della rete di distribuzione del gas metano per il 35% degli edifici e dell'illuminazione pubblica per il 19%.

Inoltre, sempre per gli edifici in insediamento, sono stati definiti degli indici d'impatto riferiti all'orografia, l'assetto idrogeologico e alla permeabilità del suolo e al paesaggio.

Ne è risultato che il 17% degli edifici ha determinato modificazioni irreversibili all'orografia del suolo, il 14% ha modificato in maniera più o meno rilevante l'assetto idrogeologico e il 51% ha contribuito in maniera significativa alla modificazione della percezione del paesaggio⁴⁰.

1.4.2. ***L'ipotesi qualificazione del territorio periurbano attraverso l'istituzione di un Parco Agricolo***

Per il superamento delle criticità rilevate e lo sviluppo delle potenzialità del territorio periurbano, il governo locale di Giffoni Sei Casali in collaborazione con il Dipartimento di Configurazione e Attuazione dell'Architettura dell'Università degli studi di Napoli "Federico II", ha promosso la formazione di un piano di qualificazione come un'azione sinergica tesa a porre in relazione ed equilibrare le dimensioni ambientale, economica, sociale e culturale dell'area periurbana⁴¹.

A seguito di uno studio preliminare fondato su un approccio metodologico teso a interpretare le relazioni reticolari e connettive tra le componenti e le funzioni del sistema fisico nell'ottica di arginare soluzioni frammentarie e isolate privilegiando definizioni progettuali differenziate all'interno di un quadro unitario di strategie e politiche, è stato identificato nell'istituirsi di reciproche condizioni di appartenenza tra contesto ambientale e complesso edificato, la base su cui fondare un'azione sinergica e integrata di governo del territorio. In linea con gli indirizzi

⁴⁰ Documento preliminare alla variante di Piano Regolatore Generale. Delibera del Consiglio Comunale di Giffoni Sei Casali, 07/04/2007, protocollo 3516.

⁴¹ Documento preliminare alla variante di Piano Regolatore Generale. Delibera del Consiglio Comunale di Giffoni Sei Casali, 07/04/2007, protocollo 3516.

legislativi in materia di recupero degli insediamenti abusivi, è stato individuato il fine dell'attività di qualificazione nel razionale inserimento territoriale e urbano delle aree edificate abusivamente, non più acquisite come elementi sacrificali e residuali rispetto alle dinamiche insediative e ai processi di sviluppo locale, ma considerate come strumenti attivi di ricucitura del sito, cautamente modulabili rispetto alle dotazioni urbanistiche necessarie, ma caratterizzati da una propria qualità territoriale e ambientale.

Un'ulteriore analisi ha individuato la valorizzazione dei caratteri distintivi del territorio quale volano per lo sviluppo locale multisetoriale. In tal senso, riconosciuta la vocazione eminentemente rurale del sito, è stato individuato nel settore agricolo la matrice su cui strutturare una proposta programmatica finalizzata a curare e coltivare il territorio: l'ambito rurale non è acquisito come elemento sacrificale e residuale rispetto alle dinamiche insediative e ai processi di sviluppo locale, ma viene colto quale ambito di produzione appropriata, differenziata localmente, di beni primari, e nel contempo, di produzione di qualità territoriale e ambientale.

Dalle analisi condotte è stata individuata nell'istituzione di un Parco Agricolo una possibile strategia entro cui inquadrare gli obiettivi della salvaguardia e della valorizzazione dell'identità rurale del territorio e la qualificazione dell'ambiente costruito.

L'istituzione del Parco Agricolo è assunta quale elemento fondante di tutta l'azione di piano e quale più adeguato strumento di governo del processo di sviluppo del potenziale endogeno economico-produttivo, naturale e socio-culturale dell'area interessata.

Accogliendo le indicazioni relative alla doppia polarità tutela/valorizzazione delle "Linee Guida per il Paesaggio in Campania", costituente parte integrante del Piano Territoriale Regionale della Regione Campania adottato nel novembre 2006, la proposta del Parco Agricolo ha incontrato la volontà dell'amministrazione comunale di superare l'apposizione di passive azioni vincolistiche come difesa dei terreni, proponendosi invece l'obiettivo di recuperare il valore e il senso del territorio rurale, con la propria capacità di resistenza al consumo del suolo e di costruzione attiva di paesaggio attraverso un processo dinamico, non difensivo: il progetto quindi si fonda sul sodalizio tra valorizzazione delle risorse territoriali e nuove dinamiche economiche, si propone quale strumento di ricomposizione di un nuovo equilibrio tra ambiti insediativi e agricolo - produttivi acquisibili come soggetti vitali e dialoganti.

Il Parco, accogliendo le istanze di azioni mitigatrici e compensatrici necessarie per la qualificazione e lo sviluppo sostenibile del territorio, assolve le seguenti funzioni:

- sviluppo e promozione delle attività agricole locali;
- contenimento del consumo del suolo e conservazione della permeabilità dello stesso;
- integrazione del tessuto insediativo con le aree agricole contigue;
- mitigazione del rischio idrogeologico;
- riqualificazione dei sistemi fluviali;
- salvaguardia e valorizzazione dell'edificato tradizionale;
- sviluppo di attività culturali, ricreative e turistico - ricettive connesse alle funzioni ambientali.

La sostenibilità economica che sottende la fattibilità del parco agricolo è individuata:

- nella gestione del territorio con forme di cooperazione di produzione del settore primario;
- incentivi economici e semplificazioni delle procedure amministrative quali validi strumenti attuativi per invogliare i portatori d'interesse.

2 Proposta di estensione della ricerca Infra-Free al Parco Agricolo di Giffoni Sei Casali

Sintesi

Il momento fondativo del progetto denominato "Infra-Free", condotto dal Laboratorio Matsumura & Fujita del Dipartimento di Architettura della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Tokyo, è nella visione non convenzionale, resa possibile dalla consapevolezza e dalla fiducia nell'innovazione tecnologica, di un'evoluzione dello scenario urbano futuro verso forme insediative più sostenibili nella misura in cui queste siano in grado di slegare il loro sviluppo dall'implementazione delle infrastrutture a rete, causa di consumo e spreco di risorse e materie prime e caratterizzate da alti costi di installazione, gestione e manutenzione, nonché da estrema inaffidabilità in caso di calamità naturali.

Come strategia di base, la ricerca Infra-Free (IF) assume che le tecnologie trasferibili nell'edilizia e gli scenari di integrazione possibili abbiano come applicazione e scopo principali la riduzione e il riuso dei rifiuti delle abitazioni. Una comunità IF è quella che integra la gestione delle acque di scarico, dei rifiuti organici domestici e quelli vegetali derivanti dalle manutenzioni del verde o dalle attività agricole come risorse all'interno del ciclo di funzionamento dell'intero sistema abitativo.

Un approccio di questo tipo applicato alla qualificazione dell'area periurbana di Giffoni Sei Casali caratterizzata da insediamenti di carattere abusivo risulta di estremo interesse in quanto rispondente alle scelte strategiche poste a fondamento dell'istituzione del Parco Agricolo. La proposta Infra-Free per Giffoni si traduce nella definizione di un Progetto Pilota, limitato ad una piccola porzione del territorio periurbano di cui è stata approfondita l'analisi del sistema naturale e agricolo produttivo e del sistema insediativo residenziale. Per il Progetto Pilota l'attenzione della qualificazione si sposta dall'applicazione di rigidi modelli prestabiliti, definiti dalla prassi e dalla norma, alla scelta della tecnologia e degli scenari di integrazione più adatti a convertire le potenzialità del territorio, nelle quali vengono ricondotte anche le "negatività" dell'abuso, in generatori di qualità. Le specifiche criticità vengono acquisite come lo start up per progettare azioni rigenerative sostenibili che creino comunità e convertano le tensioni del territorio.

The founding concept of the project called "Infra-Free", conducted by the Matsumura & Fujita Laboratory, Department of Architecture, School of Engineering of the University of Tokyo, is in its unconventional vision, made possible by awareness and confidence in technological innovation. This vision foresees a future urban scenario developing towards more sustainable forms of settlement depending by its aptitude to untie its development from the implementation of infrastructure network, that is considered as a major cause of resources consumption, and characterized by high installation, management and maintenance cost, and fragility in case of natural disasters.

As a basic strategy, the Infra-Free (IF) research provides integration scenarios of technologies whose main purpose is to reduce and recycle domestic waste. An IF community integrates the management of waste water, domestic organic waste and waste derived from green maintenance and agricultural activities as resources within the operating cycle of the entire house system.

Such an approach applied to the peri-urban area of Giffoni Sei Casali, characterized by illegal building settlements, is very interesting because it meets the basic strategic choices of the establishing Agricultural Park. The Infra-Free proposal for Giffoni defines a Pilot Project, limited to a small portion of the peri-urban area for which a detailed analysis of the natural system and agricultural production system and housing system has been conducted. The Pilot Project's focus shifts from the application of pre-defined improvement plan models, fixed by common practice and standard, to a technology choice and integration scenarios converting local potential, in which even illegal buildings' "negativity" are considered, into quality generators. The specific vulnerabilities are acquired as elements to start up regenerative design actions aiming at creating sustainable communities and converting local tensions.

2.1 La ricerca Infra-Free dell'Università di Tokyo: il trasferimento della tecnologia aerospaziale nell'edilizia

2.1.1. L'ambito di ricerca e gli obiettivi

Integrando contributi provenienti da campi disciplinari molto diversi, quali la biologia e la tecnologia aerospaziale, la ricerca Infra-Free⁴², condotta all'Università di Tokyo dal prof. Serkan Anilir⁴³, si pone l'obiettivo di prefigurare scenari operativi di breve, medio e lungo periodo per contribuire in modo significativo allo sviluppo dell'efficienza, della flessibilità e della sicurezza dell'edilizia del futuro attraverso la riduzione della dipendenza dalle infrastrutture primarie centralizzate e potenziando la sinergia fra tecnologia e natura⁴⁴.

Questo obiettivo è perseguito attraverso la collaborazione dell'ente accademico con organismi e istituzioni non tradizionalmente coinvolti in questo genere di ricerche e con i quali sviluppare programmi di trasferimento dei saperi tecnologici per la creazione di modelli e prototipi sperimentali di nuove tecnologie volti a migliorare lo spazio abitativo nelle sue funzioni e nelle attività in esso svolte.

In questa tendenza si inseriscono molte ricerche che sviluppano e portano alle estreme conseguenze il concetto di casa come macchina per abitare. Tra queste sono progetti come il TRON (Real-time Operating Nucleus) che prefigura una società futura computerizzata che si riflette anche nell'abitare⁴⁵; il progetto "House-N" della MIT (Massachusetts Institute of Technology), che sperimenta sistemi di all'interno dell'abitazione per il monitoraggio dei livelli di attività degli occupanti e il controllo di fattori ambientali quali la qualità dell'aria interna⁴⁶; il progetto "Living Tomorrow" sviluppato in Belgio che si concentra sulle conseguenze sociali e tecnologiche del modo di vivere, dell'abitare e del lavoro del domani, sviluppando un net-work

⁴² Il progetto di ricerca denominato "Infra-Free", è parte integrante delle attività del "Centre of Urban Sustainable Development" diretto dal prof. Matsumura nell'ambito del Dipartimento di Architettura della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Tokyo.

⁴³ Il prof. Serkan Anilir lavora come Assistente Ricercatore presso il Laboratorio Matsumura – Fujita, afferente al Dipartimento di Architettura della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Tokyo, Giappone.

⁴⁴ ANILIR, S., MATSUMURA, S. et al., 2008. *Infra-Free Life (IFL) – Proposal for a Spin Off Technology from Aerospace into Building Industry*, documentazione interna consultabile del Laboratorio Matsumura & Fujita, Università di Tokyo.

⁴⁵ SAKAMURA, K., 2006. "Future Houses for Versatiles and Converged Living". In: *Proceedings of the International Conference on Changing places of Digi-log Future*. Korea, novembre.

⁴⁶ LARSON, K., 2006. "Changing Places of Digi-log Future". In: *Proceedings of the International Conference on Changing places of Digi-log Future*. Korea, novembre.

tecnologico intelligente all'interno dell'abitazione interagente con l'utente per migliorare le prestazioni delle funzioni dell'abitare⁴⁷. Tuttavia, sebbene queste ricerche mostrino visioni innovative, hanno la limitatezza di rivolgersi a utenti privilegiati a causa dei costi proibitivi e della complessità delle tecnologie utilizzate.

Di contro una ricerca con una visione meno settoriale deve commisurare la proiezione dei propri scenari di riferimento alle tendenze attualmente in corso che vedono la popolazione globale concentrarsi sempre di più in aree geografiche caratterizzate da infrastrutture e servizi di supporto alle attività umane, quali reti fognarie, reti di fornitura dell'acqua potabile, del gas e dell'elettricità, sistemi per la raccolta, il trasporto e lo smaltimento dei rifiuti: infrastrutturazioni che per la loro realizzazione e gestione necessitano di grossi impieghi di risorse naturali, come i materiali da costruzione, e determinano un importante consumo di energie, derivate in maggior parte da fonti fossili, e di acqua. Nell'analisi delle fasi più recenti dell'evoluzione degli stili di vita contemporanei, le infrastrutture primarie, spina dorsale delle economie progredite, hanno permesso e agevolato lo sviluppo delle nostre società al prezzo però di vederne ingabbiato e soffocato il modo di pensare al progresso futuro della tecnologia, soprattutto della tecnologia nel campo delle costruzioni. La criticità poi più evidente delle infrastrutture risiede nella loro fragilità manifesta soprattutto di fronte agli sconvolgimenti climatici di cui la nostra era è testimone e che paradossalmente vede i paesi più avanzati, e quindi con maggior livello di infrastrutture, come i più vulnerabili e impreparati a fenomeni naturali sempre più violenti e con conseguenze sempre più disastrose⁴⁸.

Riconosciutane l'insostenibilità di fondo, in sintesi l'obiettivo principale di Infra-Free è di ridurre la dipendenza della società futura dalle infrastrutture attraverso la sinergia fra tecnologia e natura.

Più nello specifico tale obiettivo si struttura nell'intento di migliorare la qualità della vita e la sicurezza dell'abitare attraverso:

- la considerazione di alternative sicure ed efficienti alle attuali soluzioni di emergenza in caso di disastri naturali;
- il garantire l'accesso a risorse energetiche rinnovabili a supporto e miglioramento del benessere delle classi più disagiate;
- garantire un'alternativa ai sistemi infrastrutturali centralizzati.

Ciò avviene attraverso un approccio innovativo alla tecnologia:

- per minimizzare gli impatti sull'ambiente;
- per fornire le condizioni basilari di abitabilità sia nella vita quotidiana che nella gestione delle emergenze (protezione, igiene, benessere termo-igrometrico, luce, cibo, ecc.) e influire sugli effetti a lungo termine (rifornimenti sicuri, prevenzione delle emergenze, comunicazione, privacy, ecc.).

Uno stile di vita Infra-Free (Infra-Free Life) è la prospettiva a lungo termine della ricerca. È la risposta all'esigenza della società contemporanea di tenersi in contatto, lavorare e vivere

⁴⁷ BONGERS, P., 2006. "Creating Future Lifestyle through Innovative Technology". In: *Proceedings of the International Conference on Changing places of Digi-log Future*. Korea, novembre.

⁴⁸ ANILIR, S., MATSUMURA, S. et al., 2008. *Infra-Free Life (IFL) – Proposal for a Spin Off Technology from Aerospace into Building Industry*, documentazione interna consultabile del Laboratorio Matsumura & Fujita, Università di Tokyo.

ovunque si scelga di farlo perché non più legati alle reti infrastrutturali ma senza dover scendere a compromessi e a rinunciare ai servizi e allo stile di vita cui siamo abituati (**Fig. 14**).

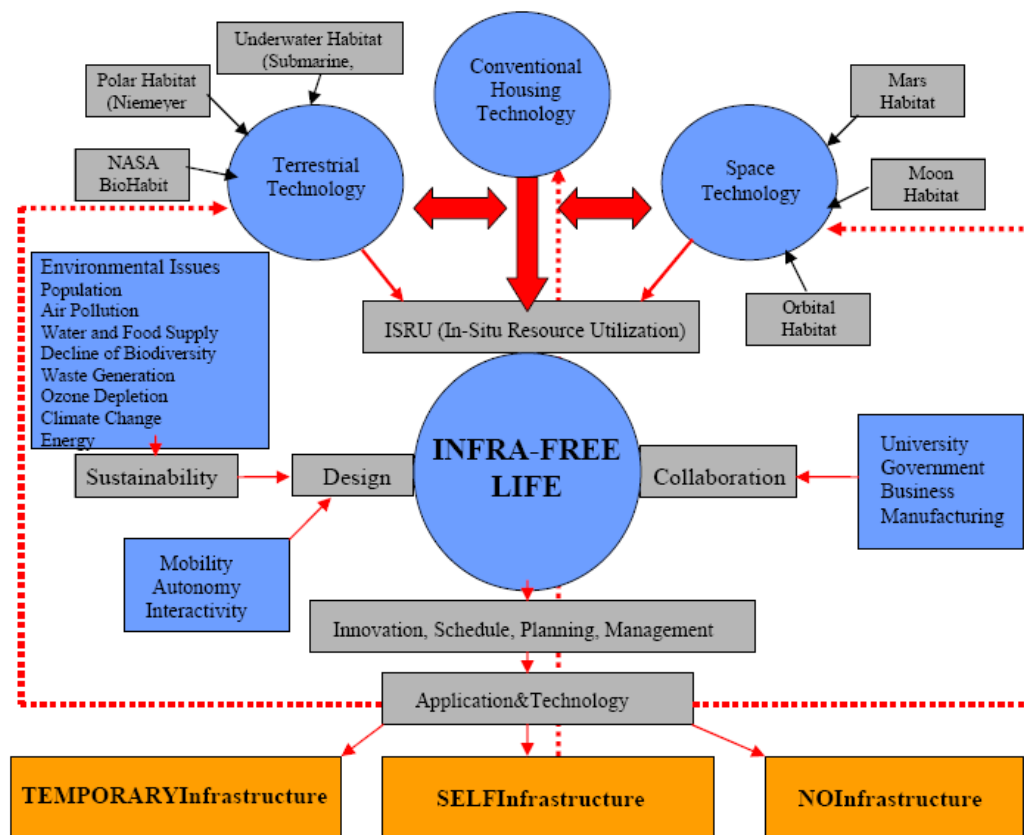


Fig. 14 – Schematizzazione del concetto IFL (Infra Free Life)⁴⁹

Attraverso un approccio multidisciplinare la ricerca IF esplora le possibilità di integrazione, di prodotti innovativi tecnologici già testati o in via di sperimentazione, all'edilizia attraverso tre filoni di indagine caratterizzati da differenti stime dei tempi necessari al trasferimento tecnologico (**Fig. 15**):

1. **NOinfra(structure)** – riferito alle aree urbane con infrastrutture assenti o carenti. L'esempio tipico nei paesi industrializzati è dato dalla città dispersa in cui la diffusione edilizia è spesso accompagnata dalla carenza di infrastrutturazione con conseguenti problemi igienici e ambientali. Nei paesi in via di sviluppo gli slums cresciuti intorno alle metropoli presentano le maggiori criticità spesso nella mancanza di acqua potabile, nell'assenza o inaccessibilità ai servizi sanitari, nella scarsità di spazi e nella bassa qualità dell'edilizia.
2. **TEMPORARYinfra(structure)** – riferito alle aree urbane in cui le infrastrutture sono rese inservibili a causa di disastri naturali o altre ragioni. La perdita improvvisa dei servizi fondamentali si traduce in costi altissimi di assistenza umanitaria, prestazione di servizi di emergenza e aiuti allo sviluppo.

⁴⁹ Immagine tratta da ANILIR, S., MATSUMURA, S. et al., 2006. *Infra-Free Life (IFL) – Proposal for a Spin Off Technology from Aerospace into Building Industry*. Disponibile all'indirizzo internet: <http://www.infrafree.com/aiaa2006.pdf>

3. **SELFinfra(structure)** – riferito alle aree urbane in cui le infrastrutture sono o cominciano ad essere un problema economico e/o tecnologico. Alla tendenza della popolazione a concentrarsi nelle città fa da contraltare la riscoperta della naturalità e della ruralità. Molte persone scelgono di vivere in aree rurali in cui la previsione di reti infrastrutturali diventa antieconomica.

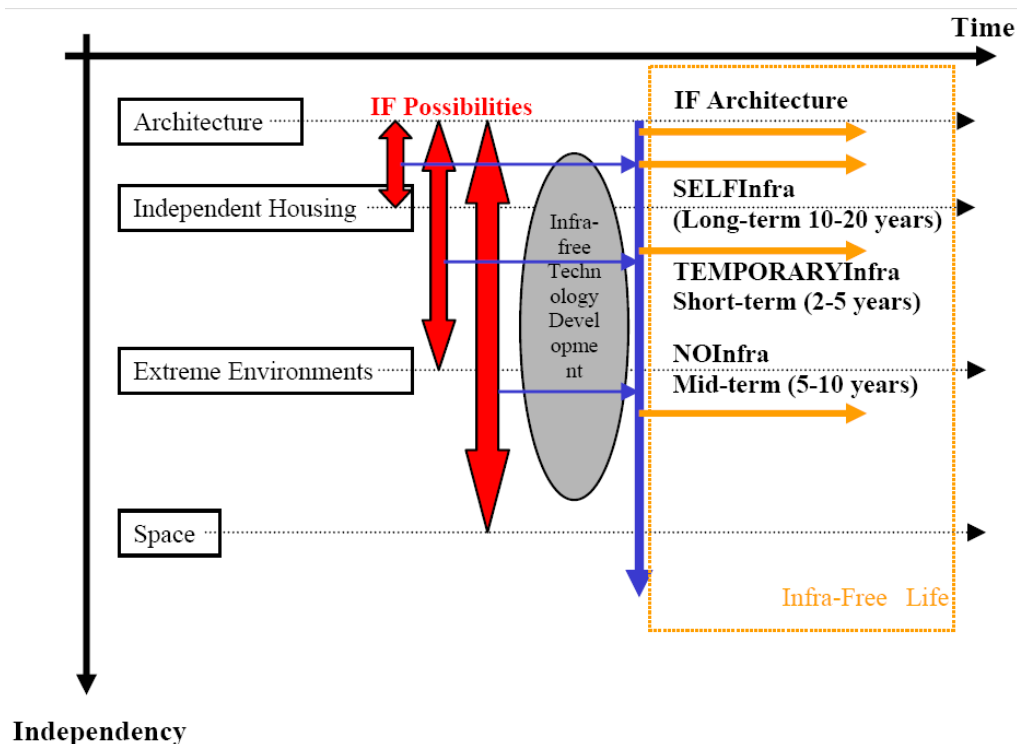


Fig. 15 – Stima dei tempi per il trasferimento tecnologico IF⁵⁰

2.1.1.1. Tecnologie adottabili

In una delle sue prime fasi la ricerca Infra-Free ha redatto un database di numerosi prodotti tecnologici di supporto alla vita (Life Support Technology), attualmente reperibili sul mercato, in fase di sperimentazione o in fase di ricerca avanzata, accomunati dalla loro idoneità ad essere utilizzati in alternativa ai sistemi e ai dispositivi di tipo convenzionale.

Il database delle possibili tecnologie IF è stato suddiviso in due differenti sezioni:

- Elenco dei prodotti tecnologici avanzati a supporto della vita (Advanced Life Support Technology List) per possibili applicazioni alla vita domestica;
- Catalogo delle tecnologie IF (IF Technology Database), in cui sono indagate le possibilità di integrazione dei prodotti tecnologici selezionati.

Nello specifico i prodotti tecnologici avanzati a supporto della vita sono in genere sistemi attualmente in fase di ricerca per applicazioni ad ambienti estremi quali stazioni orbitanti o vettori spaziali, ma che vedono una loro possibile applicazione anche all'“architettura terrestre”.

⁵⁰ Immagine tratta da ANILIR, S., MATSUMURA, S. et al., 2006. *Infra-Free Life (IFL) – Proposal for a Spin Off Technology from Aerospace into Building Industry*. Disponibile all'indirizzo internet: <http://www.infracfree.com/aiaa2006.pdf>

Per la redazione dell'elenco, le tecnologie sono state raggruppate in sottosistemi per la gestione di aria, acqua, climatizzazione, nutrienti, energia e rifiuti.

Ogni tecnologia è descritta nel dettaglio delle sue funzioni, possibilità di applicazione IF, costi e dimensioni (se disponibili) e livello di sviluppo tecnologico.

La redazione del database ha reso evidente la mole di ricerche condotte e in atto su tecnologie per la gestione di prodotti di rifiuto, acqua e aria per applicazioni in ambienti spaziali in cui la sfida maggiore è rappresentata dal loro funzionamento in assenza di gravità. Evitando questa complicazione, il trasferimento di queste tecnologie ad un ambito terrestre apre una grande varietà di possibili applicazioni al settore abitativo.

Per il catalogo delle tecnologie IF la ricerca si è focalizzata innanzitutto su dispositivi per il trattamento dei rifiuti solidi e liquidi e successivamente sulle loro possibili integrazioni in scenari che coinvolgono la gestione energetica, idrica e dei nutrienti. Ogni tecnologia è stata raggruppata a seconda dei tipi di processi, fisico-chimico o biologico, utilizzati. La loro integrazione in scenari IF individuali o comunitari è giustificata soprattutto dalla possibilità di riduzione dei rifiuti o delle scorie prodotti da ciascuna tecnologia attraverso l'utilizzo delle esternalità delle une a vantaggio del funzionamento delle altre.

Ogni tecnologia negli scenari di integrazione è descritta rispetto al volume di cui necessita, al consumo di energia e ai tempi di processo (laddove pertinenti). Lo stesso catalogo riporta i prodotti in entrata e in uscita indicando le percentuali di trattamento. Inoltre la ricerca elenca il livello tecnologico raggiunto, le successive fasi di ricerca per perfezionare il prodotto con i relativi costi di sviluppo e i riferimenti ai ricercatori e ai progettisti.

2.1.1.2. La gestione dell'acqua e delle acque di scarico

Nella consapevolezza ormai acquisita della scarsità della risorsa idrica, non è più sostenibile il paradigma per cui nel mondo industrializzato l'acqua utilizzabile nel circuito dell'economia umana debba essere potabile ed una volta usata venga trattata per la rimozione degli agenti inquinanti e "tossici" e, talvolta, per la rimozione dei nutrienti residui per poi essere scaricata in maniera sicura nell'ambiente. Ogni comunità ha bisogno di un'adeguata quantità di acqua di buona qualità come risorsa chiave per il proprio sostentamento e sviluppo. A livello globale il maggior consumo di acqua avviene nel settore agricolo dove il 70% della risorsa idrica viene utilizzata per l'irrigazione. Il 22% è utilizzato a scopi industriali mentre solo l'8% è destinato all'uso domestico. La perdita di suoli fertili è un altro grave problema largamente sottostimato. Secondo le proiezioni rispetto all'anno 2025 dello Studio sulla Scarsità dell'Acqua (Projected Water Scarcity Study – International Water Management Institute), 1,8 miliardi di persone non avranno acqua sufficiente a mantenere il loro attuale livello di produzione procapite di cibo da colture irrigue, anche ad alti livelli di efficienza irrigua, e addirittura avranno difficoltà a sostenere il fabbisogno idrico per usi domestici, industriali e ambientali.

Per quanto riguarda più direttamente la realtà giapponese, cui la ricerca IF fa riferimento nella prefigurazione degli scenari di trasferimento tecnologico, si osserva nell'ultimo decennio un sostanziale decremento delle municipalità che, secondo le stime del Ministero degli Affari Interni e delle Comunicazioni, raggiungono il numero attuale di 1.804, composto in 782 grandi città, 827 città medie e 195 villaggi. Il dato rispecchia la tendenza a livello globale della popolazione a concentrarsi nelle città, a causa soprattutto dei migliori servizi che queste sono in grado di

offrire. La maggior parte della popolazione non connessa ai sistemi fognari centralizzati si concentra nelle municipalità con meno di 100.000 abitanti e la percentuale rispetto al totale della popolazione che fa uso di sistemi di trattamento delle acque reflue è dell'80,9%.

Vi è inoltre un ampio scarto fra la percentuale della popolazione servita da impianti di trattamento delle acque reflue nelle grandi città e nelle città di dimensioni medio-piccole. Ad esempio, il grado di diffusione in città piccole con una popolazione al di sotto dei 50 mila abitanti è solo del 62,9%.

La tendenza attuale del governo giapponese è quella di estendere la fornitura del servizio fognario a tutte le aree suburbane e periurbane. Nel periodo 1995-2005, circa venti milioni di cittadini sono stati già connessi alla rete e, se questo trend continua, entro il 2020 tutti i cittadini saranno serviti. Tuttavia le proiezioni al 2020 mostrano che costi di un sistema fognario centralizzato saranno ancora dalle cinque alle sei volte maggiori rispetto a eventuali sistemi di trattamento on-site⁵¹. Questo dato, inserito nello scenario che vede un decremento costante della popolazione giapponese a cui fa però da contraltare un incremento del numero delle abitazioni (per i mutati stili di vita e l'aumento delle famiglie composte da un unico componente), si traduce in aumenti dei costi procapite di gestione e manutenzione delle reti fognarie.

Da questi presupposti la ricerca IF considera particolarmente interessante la valutazione di scenari sostenibili di integrazione tecnologica ai sistemi on-site per il trattamento delle acque di scarico domestiche, piuttosto che ricorrere alla soluzione convenzionale attuata attraverso la realizzazione di nuove reti fognarie. Il riferimento principale rimane la chiusura del ciclo EWW (Energy, Water, Waste) che in questo caso si traduce nello sfruttamento massimo della risorsa idrica con conseguente riduzione dei consumi e delle acque di scarico da sottoporre a successivo trattamento. È dimostrato come sia possibile ridurre il consumo di acqua di un terzo, e la produzione conseguente di scarichi da destinare a trattamento, riutilizzando le acque grigie, filtrate con semplici sistemi a membrana, per coprire il fabbisogno per gli scarichi dei servizi igienici⁵².

2.1.1.3. La gestione energetica

Il consumo energetico medio per utenza in Giappone è di circa 4.200 kWh l'anno. La riduzione del consumo energetico nel settore civile può essere perseguita principalmente attraverso semplici tecnologie relative all'efficienza illuminotecnica, all'isolamento termico e all'utilizzo di pompe di calore. Ad esempio, stime condotte nell'ambito della ricerca IF nel caso di

⁵¹ Attualmente circa l'11% della popolazione giapponese utilizza sistemi di trattamento on-site per la raccolta degli effluenti delle abitazioni senza accesso ai sistemi fognari centralizzati. Il sistema denominato "Joukasou" è il più diffuso perché sovvenzionato dal governo giapponese. Si tratta di un sistema avanzato di trattamento che, per mezzo essenzialmente di una membrana sommersa, ha la capacità di ridurre significativamente i contenuti in azoto e fosforo delle acque di scarico domestiche.

⁵² Una esperienza condotta nella casa municipale della cittadina di Kushimoto in Giappone ha mostrato come fosse possibile ridurre drasticamente i consumi di acqua non destinata all'uso potabile degli uffici comunali con il semplice utilizzo di servizi igienici con scarichi ridotti e coprire interamente il restante fabbisogno attraverso la raccolta e l'utilizzo dell'acqua piovana raccolta sul tetto dell'edificio.

Cfr. ANILIR, S., MATSUMURA, S. et al., 2008. *Infra-Free Life (IFL) – Proposal for a Spin Off Technology from Aerospace into Building Industry*, documentazione interna consultabile del Laboratorio Matsumura & Fujita, Università di Tokyo, pp. 28-29.

un'abitazione di quattro persone, mostrano come il consumo energetico annuo possa essere ridotto a 3.000 kWh ed un'unità temporanea (Temp-Infra) possa essere progettata sull'assunto di un consumo base di 1.150 kWh annui.

Nel bilancio energetico di un sistema insediativo hanno grande importanza l'energia connessa al ciclo dei rifiuti e il ciclo dell'acqua corrente e delle acque di scarico. Quest'ultimo include il pompaggio dell'acqua nella fase di intercettazione alle sorgenti, il trasporto, il trattamento, la distribuzione locale, gli usi, la raccolta delle acque di scarico e il loro trattamento. Il bilancio inoltre dovrebbe includere componenti quali l'energia necessaria alla costruzione e alla gestione e mantenimento delle reti infrastrutturali, l'impronta ecologica derivante dall'utilizzo dei materiali impiegati nella realizzazione delle infrastrutture stesse, il trasporto degli stessi materiali al luogo di costruzione, l'energia utilizzata per il riciclo, per le discariche o i processi di incenerimento, ecc. (Fig. 16).

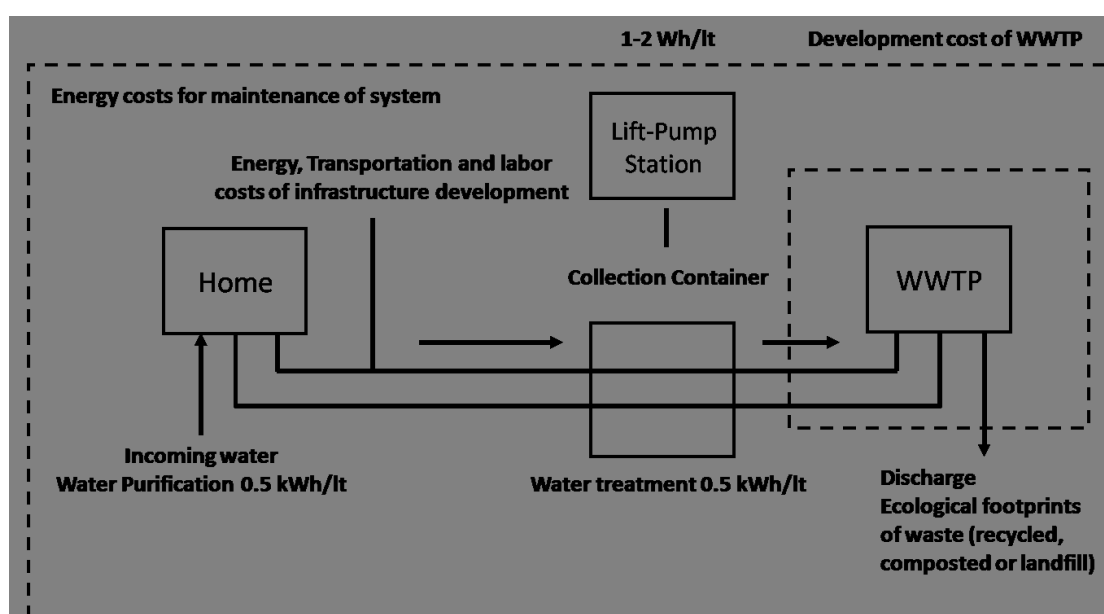


Fig. 16 – I costi invisibili delle infrastrutture per il trattamento delle acque di scarico⁵³

A titolo meramente esemplificativo, la ricerca IF mostra come il solo ciclo di trattamento delle acque per uso domestico e degli effluenti dalle abitazioni si aggiri intorno ad 1 kWh/m³. Per una città degli Stati Uniti di 50.000 abitanti sono necessari circa 2.000.000 di kWh l'anno per le operazioni connesse al ciclo dell'acqua di cui 1.600.000 kWh relativi al solo pompaggio. Sebbene strettamente connessa alle caratteristiche geografiche, si stima che l'energia necessaria alle stazioni di sollevamento si aggiri intorno ai 2-3 kWh/m³. Ciò vuol dire che il consumo energetico per la fornitura di acqua corrente e il trattamento delle acque reflue domestiche è di circa 2-3 kWh/m³.

Da questi assunti la ricerca IF individua i suoi obiettivi rispetto alla gestione energetica in:

⁵³ Immagine tratta da: ANILIR, S., MATSUMURA, S. et al., 2008. *Infra-Free Life (IFL) – Proposal for a Spin Off Technology from Aerospace into Building Industry*, documentazione interna consultabile del Laboratorio Matsumura & Fujita, Università di Tokyo, p. 34.

- sviluppare scenari di integrazione tecnologica che prevedano l'utilizzo di energia da fonti rinnovabili a bassa emissione a supporto di abitazioni singole o di piccole comunità;
- adottare nuove tecnologie utili a ridurre l'energia utilizzata in media in un'abitazione;
- dare un apporto significativo alla ricerca sul trasferimento tecnologico dal mondo industrializzato ai paesi in via di sviluppo per la realizzazione di unità compatte per la fornitura di energia in una modalità localmente appropriata.

In conclusione i costi invisibili connessi alle reti infrastrutturali incidono sui costi per la fornitura dei servizi primari. L'utilizzo di un sistema decentralizzato per la singola abitazione o per una piccola comunità, basato sui concetti di riciclo e riuso, ridurrebbe lo spreco di risorse e allo stesso tempo eliminerebbe la dipendenza dalle fragili e costose infrastrutture. In breve, la gestione integrata di rifiuti, energia e acqua su scale diverse riduce gli impatti sull'ambiente, intacca in misura considerevolmente minore le fonti energetiche e le materie prime, essendo allo stesso tempo economicamente compatibile e garantendo un eguale livello di qualità della vita.

2.1.2. Gli scenari del trasferimento tecnologico

La ricerca IF ha valutato per la realtà giapponese scenari alternativi, già applicabili attualmente, di gestione decentralizzata delle risorse e dell'energia in piccoli insediamenti abitativi con un approccio di tipo machi-zukuri (pianificazione comunitaria/di vicinato) orientato al coinvolgimento dei cittadini e del governo locale nella pianificazione urbana. Le analisi demografiche mostrano che in Giappone l'integrazione del ciclo energia, acqua, rifiuti (Energy, Water, Waste - EWW) assume sempre maggiore importanza nella prospettiva di un continuo aumento della produzione procapite di rifiuti nonostante il decremento della popolazione e la sua tendenza all'urbanizzazione. Per i residenti non connessi alle infrastrutture centralizzate, concentrati soprattutto in municipalità con popolazione inferiore alle 100.000 unità, il ventaglio di alternative per il trattamento di acque di scarico sono molto ridotte. Il sistema più diffuso risulta essere il "joukasou" (vedi nota 10), che ha il grosso limite di richiedere conoscenze tecniche specifiche per la manutenzione.

La ricerca Infra-Free ha valutato i costi, per un periodo di riferimento di 30 anni, di tre sistemi convenzionali di uso comune per il trattamento delle acque di scarico di una piccola comunità (20 abitazioni) con ipotesi alternative IF di trasferimento tecnologico volte ad integrare efficacemente la risorsa rifiuto in una maniera produttiva e orientata al riciclo. Le tecnologie prese in considerazione sono:

- wastewater gardens e tecnologie per la produzione di biogas integrate al fine della conservazione e al riuso dell'acqua (subirrigazione), alla produzione di fertilizzante e del miglioramento della percezione del paesaggio e del verde privato;
- sistemi per la digestione anaerobica (ADGS) e tecnologie a celle a combustibile integrati per il trattamento delle acque di scarico e la produzione di metano, elettricità, calore e fertilizzante;
- unità di cogenerazione per la produzione di calore ed energia elettrica (CHP) integrata con sistemi di canneti (reed bed filters) per la produzione di biogas, fertilizzante liquido e acqua per l'irrigazione.

2.1.2.1. IF1 - WWG Biogas

La tecnologia dei wastewater gardens fa uso di ecosistemi umidi artificiali, per la cui costruzione è possibile utilizzare una larga varietà di essenze vegetali, allo scopo di trattare le acque di scarico.

Il sistema di trattamento considerato dalla ricerca IF è suddiviso in tre fasi (**Fig. 17**):

1. Trattamento primario – per la separazione dei solidi e dei lipidi in fosse settiche, trappole per i lipidi o fosse di sedimentazione. Batteri anaerobi digeriscono la maggior parte dei fanghi organici.
2. Trattamento secondario – paludi artificiali in bacini con fondo in argilla compattata, cemento o geo-membrane, riempiti con ghiaia locale piantumati con essenze vegetali emergenti (arbusti e alberi) adatti al clima locale. Non c'è terreno nelle paludi, in quanto le acque di scarico forniscono tutti i nutrienti necessari alle piante. Le piante sono scelte in base alla resistenza alla condizione di immersione continua in acqua.
3. Trattamento finale e riuso – subirrigazione in un terreno drenante con arbusti e alberi. Queste piante beneficiano non solo di acqua ma anche dei nutrienti residui. La varietà delle piante utilizzabili per questa fase è più ampia in quanto i terreni in cui vanno messe a dimora sono ben drenati; vanno evitate piante con sistemi radicali invasivi, con ricchi apparati fogliari o con radici tuberose, questo perché le acque di scarico non sono igienizzate (sebbene i colibatteri siano ridotti generalmente del 98-99%).

Poiché il sistema ipotizzato crea aree verdi per la seconda e la terza fase di trattamento, molta dell'acqua che altrimenti verrebbe utilizzata per l'irrigazione dei giardini privati, viene risparmiata. In situazioni poi, in cui le acque grigie sono o possono essere separate facilmente, i costi del sistema possono essere ulteriormente ridotti in quanto le aree a verde verrebbero dimensionate per il trattamento di una sola porzione della acque reflue domestiche.

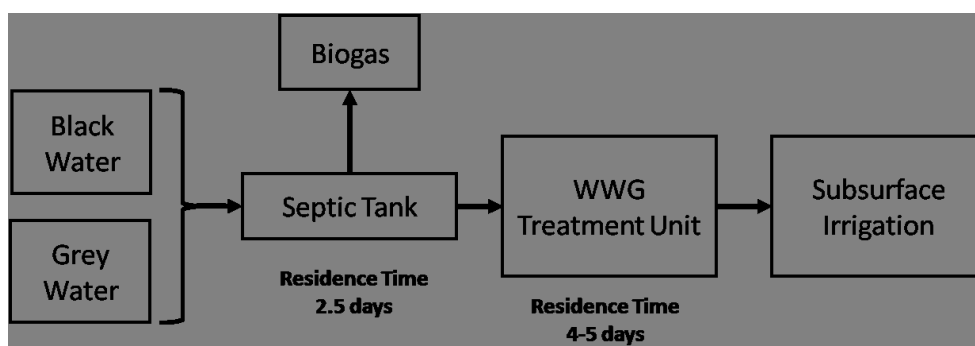


Fig. 17 – Schema del sistema di funzionamento dei wastewater gardens⁵⁴

2.1.2.2. IF2 - ADGS Fuel Cell

La ricerca IF ha considerato in questa ipotesi la possibilità di produzione di biogas e quindi di metano dal trattamento di liquami zootecnici, feci ed altri materiali di origine organica in alternativa a sistemi convenzionali di raccolta e smaltimento. Si ipotizza poi che il metano,

⁵⁴ Immagine tratta da: ANILIR, S., MATSUMURA, S. et al., 2008. *Infra-Free Life (IFL) – Proposal for a Spin Off Technology from Aerospace into Building Industry*, documentazione interna consultabile del Laboratorio Matsumura & Fujita, Università di Tokyo, p. 130.

poiché contribuisce al riscaldamento globale, venga usato per la produzione di idrogeno, per mezzo di celle a combustibile ad ossidi solidi (SOFC), utilizzato a sua volta per la produzione di elettricità e calore (Fig. 18 e Fig. 19).

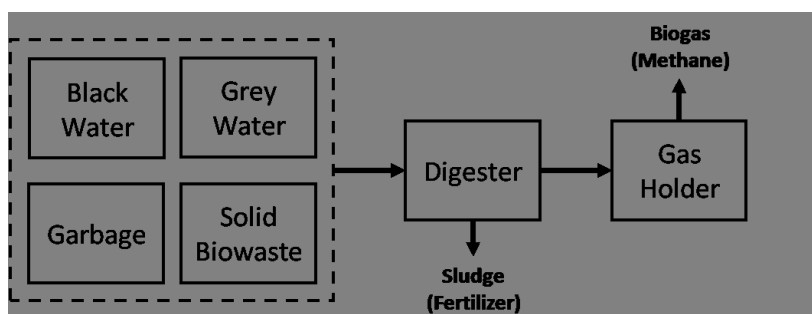


Fig. 18 – Schema del sistema di produzione del biogas⁵⁵

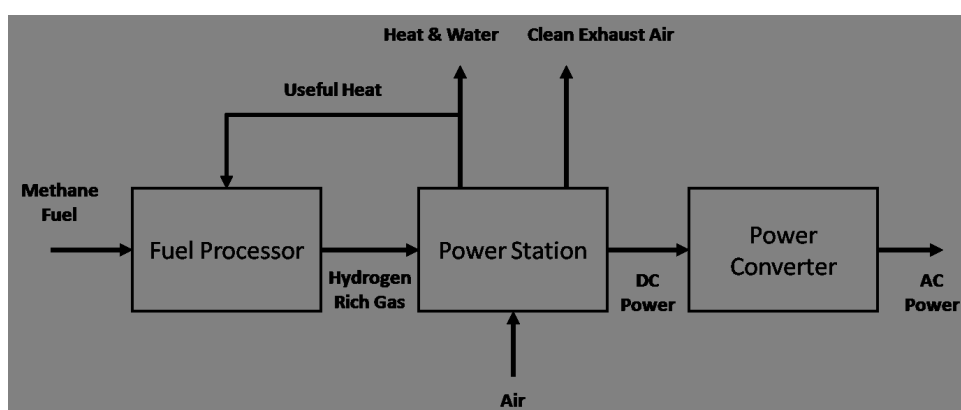


Fig. 19 – Sistema di gestione anaerobica integrato con tecnologia a celle a combustibile⁵⁶

2.1.2.3. IF3 - CHP Biogas Reed bed

In questa ipotesi IF la chiusura del ciclo energia – acqua - rifiuti avviene attraverso l'integrazione di un'unità di cogenerazione per il trattamento di acque nere e rifiuti della cucina, per la produzione di biogas da convertire in elettricità e calore, con sistemi di canneti per il trattamento per subirrigazione delle acque grigie e degli effluenti dell'unità di cogenerazione (Fig. 20).

⁵⁵ Immagine tratta da: ANILIR, S., MATSUMURA, S. et al., 2008. *Infra-Free Life (IFL) – Proposal for a Spin Off Technology from Aerospace into Building Industry*, documentazione interna consultabile del Laboratorio Matsumura & Fujita, Università di Tokyo, p. 132.

⁵⁶ Immagine tratta da: ANILIR, S., MATSUMURA, S. et al., 2008. *Infra-Free Life (IFL) – Proposal for a Spin Off Technology from Aerospace into Building Industry*, documentazione interna consultabile del Laboratorio Matsumura & Fujita, Università di Tokyo, p. 133.

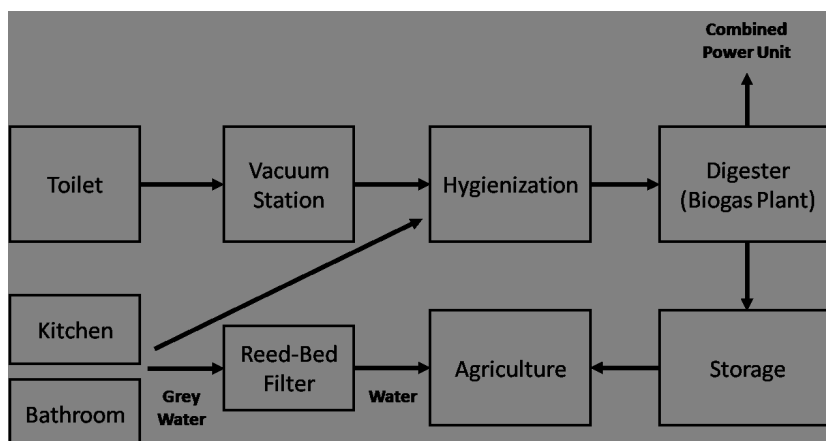


Fig. 20 – Schema del sistema CHP integrato con canneti e digestore anaerobico⁵⁷

Nella tabella (Tab. 2) sono descritti sinteticamente gli scenari messi a confronto nelle valutazioni.

Scenario	Type	Description
T1A	Typical Japanese	20 households community with average Japanese consumption patterns (Data from: Ministry of Environment, Ministry of Transportation and Ministry of Agriculture); complete dependence on centralized infrastructure; high quality lifestyle but limited control on the choice of sources and waste management
T1B	Rural Japanese	20 households community with average Japanese consumption patterns (Data from: Ministry of Environment, Ministry of Transportation and Ministry of Agriculture); applying Joukasou system; High quality lifestyle but limited control on the choice of sources and waste management
IF1	WWG Biogas	20 households community with Wastewater Gardens with biogas technology; not connected to centralized infrastructure of water collection treatment, water conservation and subsoil irrigation, high quality environmental friendly lifestyle; waste reduction; self production
IF2	ADGS Fuel Cell	20 household community with Anaerobic Digester Gas System with integrated Fuel Technology; not connected to centralized infrastructure of water collection treatment; high quality environmental friendly lifestyle; waste reduction; biogas, electricity, heat, fertilizer production
IF3	CHP Biogas Reed bed	20 household community with CHP Biogas Reed-Bed System; not connected to centralized infrastructure of water collection and treatment; high quality environmental friendly lifestyle; waste reduction; biogas, liquid bio-fertilizer, irrigation

Tab. 2 – I cinque scenari IF: tipologia degli insediamenti e descrizione dei sistemi⁵⁸

Lo scenario denominato “Typical Japanese” è considerato come riferimento della tendenza attualmente prevalente in Giappone a connettere tutte le abitazioni ad una rete infrastrutturale centralizzata. Lo scenario denominato “Rural Japanese” rappresenta la realtà giapponese di insediamenti non connessi alle reti centralizzate. Il numero di venti abitazioni è stato scelto in

⁵⁷ Immagine tratta da: ANILIR, S., MATSUMURA, S. et al., 2008. *Infra-Free Life (IFL) – Proposal for a Spin Off Technology from Aerospace into Building Industry*, documentazione interna consultabile del Laboratorio Matsumura & Fujita, Università di Tokyo, p. 133.

⁵⁸ Tabella tratta da: ANILIR, S., MATSUMURA, S. et al., 2008. *Infra-Free Life (IFL) – Proposal for a Spin Off Technology from Aerospace into Building Industry*, documentazione interna consultabile del Laboratorio Matsumura & Fujita, Università di Tokyo, p. 134.

considerazione del fatto che il Ministero dell'Agricoltura e della Pesca ritiene tale numero il limite al di sotto del quale non è valutata conveniente la costruzione di reti infrastrutturali ma è considerato più vantaggioso l'utilizzo di sistemi on-site di trattamento delle acque reflue predisponendo l'erogazione di contributi per la loro installazione. Si stima inoltre in cinquanta che il numero di abitanti della comunità di venti abitazioni, che rispecchia grossomodo la media di abitanti per abitazioni calcolata sui dati nazionali relativi al 2005 (2,6 abitanti per abitazione) e al 2025 (2,37 abitanti per abitazione).

Per gli scenari IF inoltre la ricerca ha assunto che la possibilità di connessione alla rete infrastrutturale sia distante 1 km dall'insediamento abitativo.

Le stime effettuate sono riassunte in tabella (**Tab. 3**) e mostrano che la scelta di realizzare, gestire e mantenere un sistema off-site di trattamento dei reflui fognari costa da due a quattro volte in più rispetto ad alternative on-site.

Type of Scenario	Cost per Household (¥)	Wastewater		Energy		Waste		Maintenance Required
		Treat	Cycle ¹	Use	Cycle ¹	Reduce	Cycle ¹	
T1A	5,289,500	Yes	No	High	Low	Yes ²	Yes ²	High
T1B	2,075,000	Yes	No	High	-	Yes ³	Yes ³	High
IF1	1,284,000	Yes	Yes	-	Low	Yes	Yes	Low
IF2	1,450,000	Yes	Yes	-	High	Yes ³	Yes ³	Low
IF3	2,480,000	Yes	Yes	High	High	Yes	Yes	Medium

Tab. 3 – Comparazione degli scenari convenzionali e IF⁵⁹

(1) Si riferisce alla capacità di ritornare come sottoprodotto utilizzabile all'interno del sistema integrato

(2) Dipende da successivi processi automatizzati i cui costi non sono stati inclusi nelle stime

(3) Dipende da successivi processi gestiti da manodopera (come trasporto, ecc.) consumatori di energia

Con lo sviluppo delle tecnologie prese in considerazione per la prefigurazione degli scenari IF, ci si aspetta che i costi decrescano ulteriormente rendendo ancora più conveniente l'applicazione di queste tecnologie alternative nei paesi avanzati.

La ricerca IF stima che nelle aree rurali i costi di installazione possano essere ulteriormente ridotti, anche di due – quattro volte, attraverso la produzione, e quindi evitando la fornitura dalla rete pubblica, di elettricità e calore per il riscaldamento nonché attraverso il risparmio di acqua, realizzando la chiusura del ciclo energia – acqua – rifiuti (EWW). La ridotta e facile manutenzione degli impianti tecnologici adottati, che non richiedono l'intervento di tecnici specializzati, possono costituire il punto di partenza per un nuovo stile di vita in cui gli utenti sono più consapevoli dell'uso delle risorse e sono invogliati a ridurre i carichi sull'ambiente.

⁵⁹ Tabella tratta da: ANILIR, S., MATSUMURA, S. et al., 2008. *Infra-Free Life (IFL) – Proposal for a Spin Off Technology from Aerospace into Building Industry*, documentazione interna consultabile del Laboratorio Matsumura & Fujita, Università di Tokyo, p. 139.

La ricerca stima che nei centri urbani consolidati, un sistema IF on-site può essere adottato sia in occasione di operazioni di miglioramento che di ristrutturazione di abitazioni, edifici o interi insediamenti abitativi, con una riduzione dei costi superiore a tre volte rispetto a interventi convenzionali di connessione alle reti infrastrutturali. In tal modo si realizzerebbe un edificio o un complesso abitativo non connesso alla rete e completamente autosufficiente e quindi meno vulnerabile a guasti e disservizi derivanti da azioni esterne oltre che più ecocompatibile.

2.2. Proposta di un Progetto Pilota Infra-Free nel Parco Agricolo di Giffoni Sei Casali

2.2.1. I requisiti per l'applicabilità della ricerca Infra-Free all'edilizia abusiva diffusa

Le aree periurbane trasformate profondamente dalla realizzazione di interventi di edilizia abusiva diffusa, potrebbero costituire un terreno ideale di sperimentazione di modelli di insediamenti abitativi basati su scenari di integrazione tecnologica Infra-Free: la carenza o la mancanza di infrastrutturazione primaria può essere letta come occasione per la prefigurazione di nuovi e diversi scenari di sviluppo in cui il sistema centralizzato di fornitura energetica e di trattamento delle acque reflue viene sostituito da una dotazione di servizi "puntuali" più sostenibili e consumatori di minori risorse energetiche. Cogliendone il carattere di frammentarietà e di incompiutezza come opportunità al miglioramento, gli insediamenti abusivi possono essere letti come i tasselli flessibili e modulabili in un'operazione qualificativa di ricucitura e riequilibrio tra i vari frammenti urbani stessi e gli ambiti naturale e agricolo produttivo in cui si inseriscono.

Tenendo ferme queste premesse tuttavia la selezione di una tecnologia o di tecnologie integrate in uno scenario IF di qualificazione appropriate ad un ambito, quale gli insediamenti abusivi di Giffoni Sei Casali, è un'operazione che presenta non poche difficoltà, non da ultimo il fatto che trattamenti e processi efficaci in una determinata area geografica e in un dato contesto sociale possono risultare inidonei se applicati in altri. In breve ogni località è unica nella complessità dei fattori che la descrivono rendendo vana la ricerca di una soluzione applicabile a qualunque contesto mentre la metodologia per giungere alla scelta di uno scenario tecnologico appropriato può essere comune.

Partendo dalla definizione chiara degli obiettivi cui la selezione della tecnologica deve tendere, il processo decisionale ha seguito essenzialmente tre fasi, come mostrato dallo schema in figura (Fig. 21):

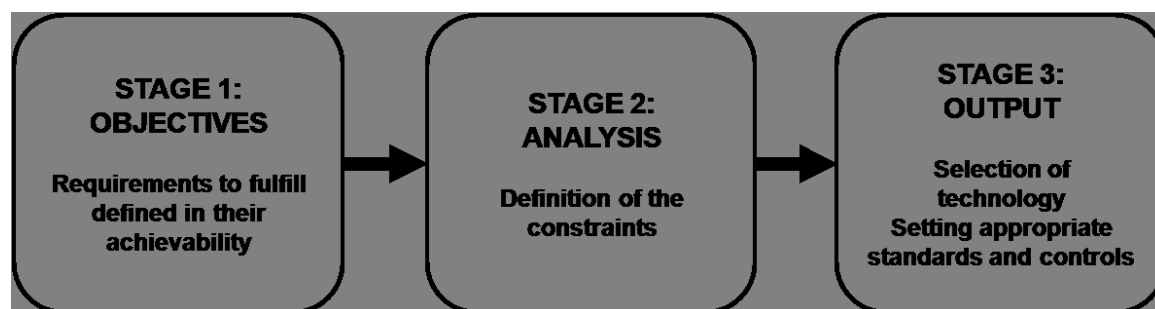


Fig. 21 – Scelta di uno scenario tecnologico appropriato: schema del processo decisionale

Nella Fase 1 l'individuazione degli obiettivi è passata attraverso la definizione delle problematiche riscontrate in un ambiente insediativo peculiare, quale l'edilizia abusiva diffusa, e nel caso studio in particolare. L'esigenza primaria, cui lo scenario di integrazione tecnologico deve dare risposta, è stata identificata nella fornitura di servizi primari, che nel caso studio è rappresentata innanzitutto dalla gestione e dallo smaltimento delle acque reflue domestiche. Tale esigenza è stata specificata nei requisiti di seguito elencati cui l'impiantistica di progetto deve dare soddisfazione:

1. Manutenzione e gestione facile ed economica e riduzione dei consumi energetici e della produzione di rifiuti ed externalità.

2. Favorire il ristabilirsi delle relazioni, compromesse dagli eventi trasformativi illeciti, tra sistema residenziale, sistema agricolo - produttivo e naturale incentivando la costituzione di un nuovo equilibrio.
3. Dare un apporto in favore della tutela degli ecosistemi, e dell'ambiente in generale, e della mitigazione degli impatti generati dagli interventi edilizi abusivi.

Il primo requisito trova giustificazione nella necessità di spezzare la prassi deteriore della passiva aspettativa di interventi qualificativi che gli abitanti hanno imparato a pretendere dal governo locale una volta sanati gli abusi edilizi da loro commessi. La misura dell'applicabilità di uno scenario Infra-Free di trasferimento tecnologico si confronta necessariamente quindi con la sua attitudine a convogliare le energie degli abitanti, finora espresse nella semplice rivendicazione di servizi e impiantistica, in un più proficuo coinvolgimento nelle scelte e nelle azioni qualificative. Questo può avvenire sulla base della convenienza economica rappresentata dall'utilizzo di un'impiantistica di facile manutenzione, che necessiti quindi di semplici interventi periodici attuabili dagli stessi utenti ed evitando la necessità di ricorrere a costosa manodopera specializzata. Affinché un'impiantistica di questo tipo rappresenti una reale alternativa ai sistemi infrastrutturali convenzionali, è necessario che, oltre a garantire un livello prestazionale paragonabile o superiore nella fornitura dei servizi altrimenti espletati dalla rete, comporti vantaggi per gli utenti, individuabili nella riduzione dei costi energetici e di smaltimento dei rifiuti e delle acque reflue.

Per quanto riguarda il secondo e il terzo requisito elencati, la mancanza di un sentimento di appartenenza delle comunità abusive al territorio è diretta conseguenza e riflesso della povertà di scambi e relazioni tra gli ambiti residenziali, il settore agricolo e produttivo e l'ambiente naturale residuo nelle aree periurbane. La scelta di uno scenario di integrazione tecnologica Infra-Free in cui il rifiuto prodotto localmente rientra come risorsa nella chiusura del ciclo energia – acqua - rifiuti, può costituire un valido punto di partenza per la strutturazione di nuove relazioni tra i sistemi tra di loro non più dialoganti, aiutare le comunità abusive a prendere coscienza della complessità del ciclo di funzionamento del sistema in cui sono inseriti incentivando di conseguenza sentimenti di tutela e di appartenenza verso il territorio da esse abitato.

Per la Fase 2, la definizione delle condizioni, che hanno guidato la scelta dello scenario tecnologico, è schematizzabile attraverso criteri di tipo sociale, sanitario, tecnologico, economico, finanziario, istituzionale e ambientale⁶⁰.

Fattori di tipo sociale riguardano:

- la disponibilità, la tipologia e la distribuzione di servizi attualmente esistenti per le abitazioni;
- la preferenze e desideri della comunità (che riguardo anche considerazioni di tipo estetico);
- fattori riguardanti benessere ed equità sociale;

⁶⁰ La scelta dei criteri di definizione e strutturazione dei vincoli è fatta anche in luce delle ricerche del WEDC (World Engineering Development Center) della Loughborough University Leicestershire (Regno Unito), centro all'avanguardia nella formazione e nella ricerca per lo sviluppo della conoscenza e delle competenze nel campo dell'acqua e dell'igiene in paesi in via di sviluppo.

Cfr: <http://wedc.lboro.ac.uk/>

- aspetti di tipo culturale (abitudini, modi di pensare, ecc.);
- la capacità di gestione e manutenzione diretta da parte degli abitanti.

I fattori di tipo sanitario hanno riguardato:

- l'attuale tipologia e livello di trattamento di acque di scarico e rifiuti in generale.

I fattori di tipo tecnologico hanno riguardato:

- il livello tecnologico degli impianti considerati;
- la possibilità di ottenere facilmente parti di ricambio e materiali per le tecnologie prese in considerazione;
- la possibilità di reperire in loco manodopera per l'installazione e la gestione degli impianti;
- consumi energetici e prodotti in entrata e in uscita dagli impianti.

I fattori di tipo economico hanno riguardato:

- il livello economico degli abitanti e tipo di produzioni e attività attualmente in atto;
- la volontà e le possibilità di spesa da parte degli abitanti e della pubblica amministrazione;
- le tariffe attuali per la fornitura e il consumo di energia, acqua e gas e per l'espletamento di servizi connessi all'abitare.

I fattori di tipo finanziario hanno riguardato:

- la disponibilità di sussidi e fondi;
- possibilità e complessità dell'iter di accesso agli stessi.

I fattori di tipo istituzionale hanno riguardato:

- la normativa esistente;
- ruoli e responsabilità nell'organizzazione e nella gestione;
- relazioni esistenti fra i diversi gruppi chiamati all'organizzazione e alla gestione.

I fattori di tipo ambientale hanno riguardato:

- aspetti di tipo pedoclimatico;
- caratteristiche dei suoli e loro usi e caratteristiche idrogeologiche;
- disponibilità della risorsa acqua e di altre risorse di tipo naturale;
- impatti percettivi e rispetto alla produzione di odori, rumori, scorie, organismi dannosi, patogeni, ecc.

La Fase 3 è quella che ha visto la selezione di un campionario di possibili tecnologie applicabili in scenari di integrazione tecnologica. La scelta finale è fatta considerando parametri di attuazione e regolamentazione che, nel caso specifico di trattamento delle acque di scarico, riguardano soprattutto i livelli di qualità delle acque trattate fissati dalla norma e da condizioni contingenti. Poiché nel caso studio l'utilizzo delle acque trattate non deve sopperire a deficienze della fornitura idrica domestica, non è necessario che queste rispettino standard qualitativi elevati, laddove non prescritti dalle norme, e che non incontrano le reali necessità dell'ambiente in cui si interviene, evitando quindi il rischio di investire in impianti inappropriati e costosi.

2.2.2. Valutazione comparativa per la scelta dell'area pilota

Allo scopo di restituire un'applicazione reale a supporto delle ipotesi poste a base della ricerca, si è scelto di selezionare una porzione del territorio periurbano del Comune di Giffoni Sei Casali in cui valutare la fattibilità di un'esperienza di qualificazione degli insediamenti abusivi fondata

sulla scelta tecnologica appropriata per la sperimentazione di pratiche sostenibili rigenerative che coinvolgano il sistema insediativo, il sistema naturale e agricolo produttivo.

L'area pilota è stata scelta fra tre diverse zone (**Tavola 1 in Appendice**) del territorio periurbano in cui i conflitti relativi al fenomeno dell'abusivismo diffuso si presentano enfatizzati da condizioni di criticità individuate nella:

1. Mancanza o carenza di reti di infrastrutturazione primaria quali
 - Rete fognaria
 - Rete gas metano
2. Contiguità spaziale e marcata frammentazione del sistema residenziale e del sistema agricolo produttivo;
3. Presenza di luoghi a forte connotazione ambientale, nelle forme di corridoi naturalistici e lungo corsi d'acqua (torrenti, fossi irrigui, ecc.);
4. Presenza di insediamenti abusivi accentrati di piccole dimensioni in cui la funzione residenziale sia prevalente rispetto alle altre funzioni ed attività.

La scelta infine è caduta su di un'area identificata nella fascia pedemontana a sud del centro abitato di Capitignano e a ridosso dell'impluvio di via Campo di Valle – San Pietro fino alla Strada Provinciale 367, che, oltre a corrispondere ai requisiti sopra elencati, incontra al contempo le richieste dell'amministrazione locale di scegliere un territorio già contemplato in programmi di riqualificazione.

2.2.3. Caratteristiche dell'area pilota

Di seguito è riportata la tabella (**Tab. 4**) con l'elenco delle categorie d'uso del suolo riscontrate nell'area del Progetto Pilota e la loro estensione.

Dal grafico (**Fig. 22**) si evince come la gran parte del territorio agricolo dell'area del Progetto Pilota sia coltivata a nocciuleti (46% circa). La parte urbanizzata interessa quasi l'11% dell'intera area contro circa il 19% dell'intera area del Parco Agricolo.

Land use typology Pilot area	Extension (m ²)	Percentage (%)
Water, lakes, ponds and streams	9,388	1.68%
Built environment and artificial surfaces	59,820	10.68%
Arboriculture groves – hazel groves	257,353	45.96%
Orchards and minor fruit gardens	61,776	11.03%
Natural areas and not cultivated lands	62,282	11.12%
Mixed and complex farming systems	109,392	19.53%
Total	560,011	100.00%

Tab. 4 - Area del Progetto Pilota: categorie d'uso del suolo e loro estensione

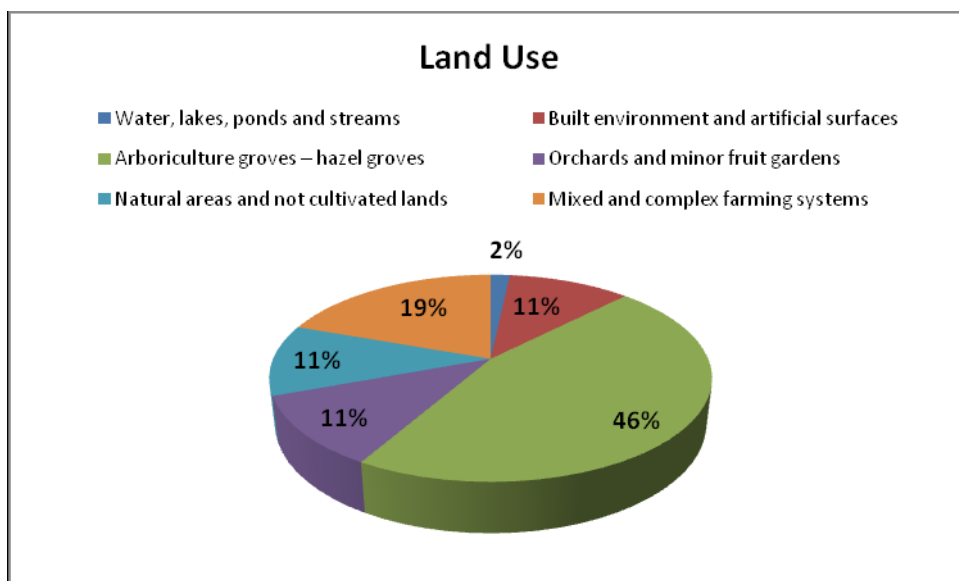


Fig. 22 – Area del Progetto Pilota: uso del suolo

I dati contemplati in questa sezione sono graficizzati nella carta dell'uso del suolo nell'area del Progetto Pilota allegato in appendice (**Tavola 2 in Appendice**).

La tabella seguente (**Tab. 5**) e il grafico (**Fig. 23**) mettono a confronto le categorie d'uso del suolo presenti nell'intera area periurbana e quelle presenti nell'area del Progetto Pilota e la loro estensione.

Land use comparison	Peri-urban area (%)	Pilot area (%)
Water, lakes, ponds and streams	1.97%	1.68%
Citrus plantations	0.24%	0.00%
Built environment and artificial surfaces	19.34%	10.68%
Arboriculture groves – hazel groves	20.43%	45.96%
Artificially reforested areas	0.43%	0.00%
Broad-leaf woods	1.56%	0.00%
Grain cereal cultures together with forage cultures	0.88%	0.00%
Bushes and shrubs	2.22%	0.00%
Forage cultures together with grain cereal cultures	0.88%	0.00%
Industrial cultures – beets, tobacco plants	0.23%	0.00%
Covered cultures – horticultural and fruit greenhouses	2.56%	0.00%
Temporary cultures together with permanent cultures	1.17%	0.00%
Herbages	1.03%	0.00%
Orchards and minor fruit gardens	24.45%	11.03%
Olive groves	0.55%	0.00%
Grazing lands, non cultivated and uncertainly cultivated lands	3.70%	11.12%
Meadows	3.40%	0.00%
Spring and summer sowable lands, horticultural lands	7.31%	0.00%
Mixed and complex farming systems	6.58%	19.53%
Vineyards	1.10%	0.00%
Total	100.00%	100.00%

Tab. 5 – Confronto tra categorie d'uso del suolo nel Parco Agricolo e nel Progetto Pilota

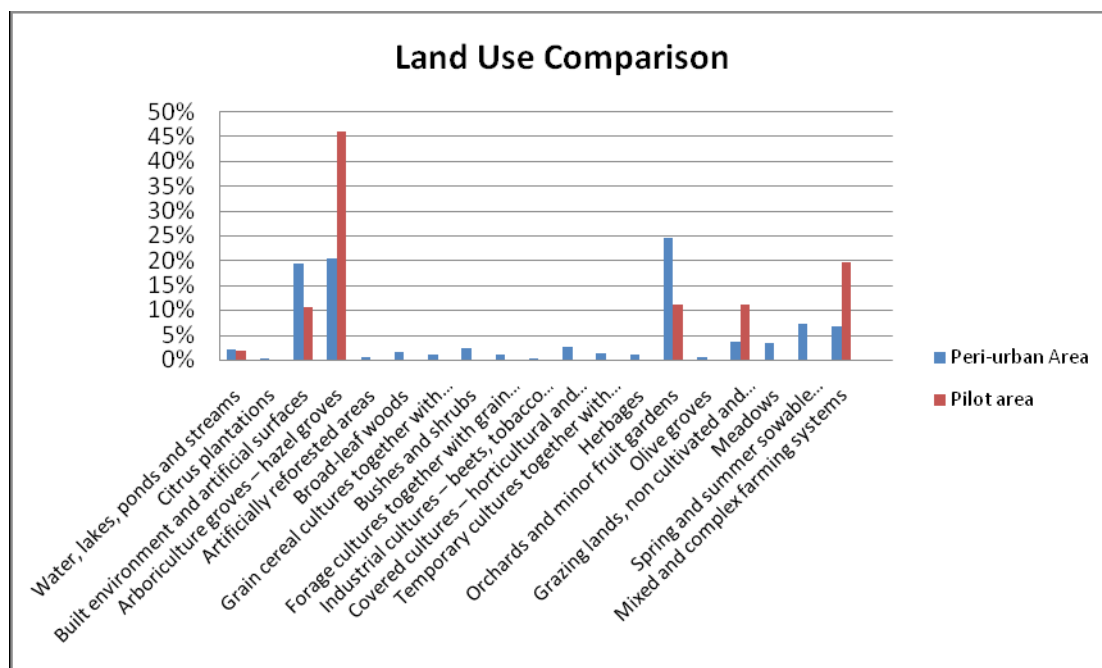


Fig. 23 - Confronto tra categorie d'uso del suolo nel Parco Agricolo e nel Progetto Pilota

La raccolta dei dati e le stime su consumi e tecnologie condotte per ciascun edificio insistente nell'area pilota, sono state fatte mediante la composizione di schede anagrafiche. Ogni scheda, il cui modello è riportato in basso, è stata suddivisa nelle quattro sezioni:

- dati fabbricato;
- dati stimati consumi per utenza;
- tecnologie ipotizzate per il trattamento e lo smaltimento delle acque reflue;

Molte delle informazioni che istruiscono la scheda sono frutto di stime ed ipotesi basate su dati statistici e sperimentali. Tale scelta è stata imposta dalla difficoltà se non impossibilità in molti casi di un rilevamento diretto a causa della diffidenza e la reticenza degli abitanti a fornire informazioni relative ad uno stato di fatto spesso al limite della legalità.

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Destinazione d'uso		Classe di abuso						
Dimensioni e consistenza fabbricato						Tipologia aggregativa		
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali								
Superficie non pavimentata (mq)		Superficie pavimentata (mq)		Presenza altre superfici non pavimentate	Costruzione			
				Agricolo	Incolto	in insediamento	isolata	singola

DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)

La prima sezione della scheda anagrafica fornisce informazioni relative alla consistenza, alla forma e all'utilizzo del fabbricato e delle sue pertinenze. Inoltre questa parte della scheda include un dettaglio non in scala della planimetria riportante l'edificio con parte del suo intorno.

Ad ogni edificio insistente nell'area pilota è stato associato un codice alfanumerico – codice localizzativo - utile ad identificarlo in maniera univoca in planimetria.

Il codice è composto da tre sub-codici, separati l'uno dall'altro da un punto, che forniscono in maniera immediata alcune informazioni basilari sull'edificio stesso.

Ravvisandosi nel rapporto di contiguità e di conseguenza nelle potenzialità relazionali delle varie costruzioni un carattere essenziale e discriminante nella prefigurazione degli scenari di intervento, il primo sub-codice indica la consistenza e il carattere aggregativo del contesto

dell'edificato abusivo, definito come "tipologia aggregativa"⁶¹, cui l'edificio appartiene ed è costituito da una sigla alfabetica variabile tra:

- In – qualora la costruzione faccia parte di un "insediamento abusivo", contesto riferito ad una pluralità di costruzioni interconnesse tra loro. In particolare la sigla InA identifica gli edifici facenti parte dell'insediamento abusivo contrassegnato in planimetria⁶² con la lettera "A" e la sigla InB identifica gli edifici appartenenti all'insediamento abusivo identificato in planimetria con la lettera "B".
- Si – qualora la costruzione sia definibile come "singola", facente parte cioè di un insieme di edifici che, non configurabili come insediamenti, tuttavia appartengono ad un contesto edilizio.
- Is – qualora la costruzione sia definibile come "isolata", attribuibile alle costruzioni singole realizzate al di fuori del contesto urbano ed edilizio consolidato.

Oltre che dal primo sub-codice, sulla scheda la tipologia aggregativa cui l'edificio stesso è ascrivibile è indicata evidenziando di volta in volta la casella specifica al di sotto dello stralcio planimetrico.

Il secondo sub-codice è una lettera che distingue gli edifici per i quali è stata fatta richiesta di sanatoria da quelli per cui non risulta alcuna pratica di condono in esame o già concessa:

- a – costruzioni per cui è stata richiesta almeno una domanda di sanatoria all'amministrazione locale;
- b – costruzioni per cui non è stata richiesta alcuna domanda di sanatoria.

In maniera più specifica, per gli edifici abusivi il numero di protocollo della pratica o delle pratiche di condono presentate alla locale amministrazione sono indicati nella casella con la dicitura "numero pratica". Qualora la scheda si riferisca ad un edificio per cui non sia stata presentata alcuna richiesta di sanatoria (sub-codice "b"), la casella relativa al numero di pratica resterà vuota.

Il terzo sub-codice è un numero progressivo di due cifre variabile da 01 a n, dove n è la quantità di costruzioni insistenti nell'area del pilota facenti parte della tipologia aggregativa cui l'edificio appartiene.

Occorre inoltre specificare che le informazioni relative a numero di abitanti, alla tipologia edilizia⁶³, al sistema costruttivo, destinazione d'uso, tipologia d'abuso denunciata (descrizione abuso), dimensione e consistenza del fabbricato e dimensione e consistenza degli spazi aperti pertinenziali, sono state desunte da rilevamenti diretti⁶⁴, indiretti⁶⁵ e da consultazione della documentazione depositata presso l'ufficio tecnico della pubblica amministrazione locale⁶⁶.

⁶¹Vedi nota 30 del Capitolo 1.

⁶²Vedi tavola in Appendice (Tavola 3).

⁶³ Per individuare le tipologie edilizie ci si è riferiti ai "tipi edilizi" descritti nel *Manuale di Progettazione edilizia – Fondamenti, strumenti, norme*, 1992. Milano: Ulderico Hoepli Editore s.p.a. Vol. 1, da p. 314.

⁶⁴ Ultimi rilevamenti effettuati nel mese di aprile del 2009.

⁶⁵ La documentazione cartografica cui ci si è riferiti per il rilievo indiretto son l'ortofoto del 2006 e il rilievo aerofotogrammetrico del 1999 nonché le fotografie satellitari consultabili su Google Earth.

⁶⁶ Ultimi rilevamenti effettuati nel mese di marzo del 2009.

La tabella di seguito (**Tab.6**) riporta una prima elaborazione dei dati relativi al fabbricato.

Nella tabella sono elencati tutti gli edifici presenti nell'area del Progetto Pilota. Per ogni edificio sono riportati i dati relativi al numero di abitanti⁶⁷ e alla superficie utile residenziale, e la destinazione d'uso. Nella fase di analisi del Progetto Pilota le costruzioni identificate come "singole" dalla Variante al Piano Regolatore (prima colonna della **Tab. 6**) sono state ricomprese, a seconda dei casi, nelle tipologie aggregative di "costruzioni in insediamento" o "costruzioni isolate".

In particolare gli edifici distinti con i codici Si.b.02, Si.a.03, Si.b.04 sono stati ricompresi nell'insediamento B in ragione della loro contiguità con tale insediamento. L'edificio distinto con il codice Si.b.01, attualmente disabitato e allo stato di rudere non verrà preso in considerazione nelle ulteriori e successive analisi.

⁶⁷ Dati rilevati presso l'ufficio anagrafico di Giffoni Sei Casali in data 3 aprile 2009.

Aggregation Typology (Town Develop. Plan)	Aggregation Typology (Pilot Project)	Code	Inhab. (n.)	Residential Surface (m²)	Destination Use
Houses in Settlements	A Settlement	InA.b.01	12	448	residential
		InA.a.02	3	263	residential
		InA.b.03	0	151	residential
		InA.a.04	3	351	residential
		InA.a.05	2	80	residential
		InA.a.06	4	80	residential
	B Settlement	InB.a.01	4	119	residential
		InB.a.02	8	344	residential
		InB.a.03	5	830	residential
		InB.a.04	0	317	residential
		InB.a.05	1	302	residential
		InB.b.06	0	399	residential
		InB.b.07	0	0	residential
Single Houses	B Settlement	Si.b.02	7	389	residential
		Si.a.03	2	148	residential
		Si.b.04	1	168	residential
Isolated Houses	Isolated Houses	Si.b.01	0	94	residential
		Is.b.01	6	447	residential
		Is.b.02	4	228	residential
		Is.a.03	0	275	residential
		Is.a.04	3	146	residential
		Is.b.05	0	0	non residential
		Is.a.06	12	97	residential
		Is.b.07	5	99	residential
		Is.a.08	16	685	residential
		Is.a.09	0	0	non residential
		Is.a.10	4	518	residential
		Is.b.11	2	361	residential
		Is.b.12	0	162	residential
		Is.b.13	0	225	residential
		Is.b.14	0	137	residential
		Is.b.15	0	197	residential
		Is.a.16	5	483	residential
		Is.a.17	0	0	non residential
		Is.b.18	0	0	non residential
		Is.b.19	0	0	residential
		Is.b.20	3	273	residential
		Is.b.21	4	401	residential
		Is.a.22	0	0	non residential

Tab. 6 – Dati sulle singole costruzioni nell'area del Progetto Pilota

Nella tabella seguente (**Tab. 7**) e nei grafici (**Fig. 24**, **Fig.25**) sono sintetizzati i dati relativi al numero di costruzioni ad uso residenziale e di abitanti distinti per tipologie aggregative così come ridefinite per il Progetto Pilota.

House Aggregation Typology	Inhabitants (n.)	Buildings (n.)
Houses in Settlement	42	13
Single Houses	10	4
Isolated Houses	64	22
Totale	116	39

Tab. 7 - Dati sulle costruzioni ad uso residenziale distinte per tipologia aggregativa nell'area del Progetto Pilota

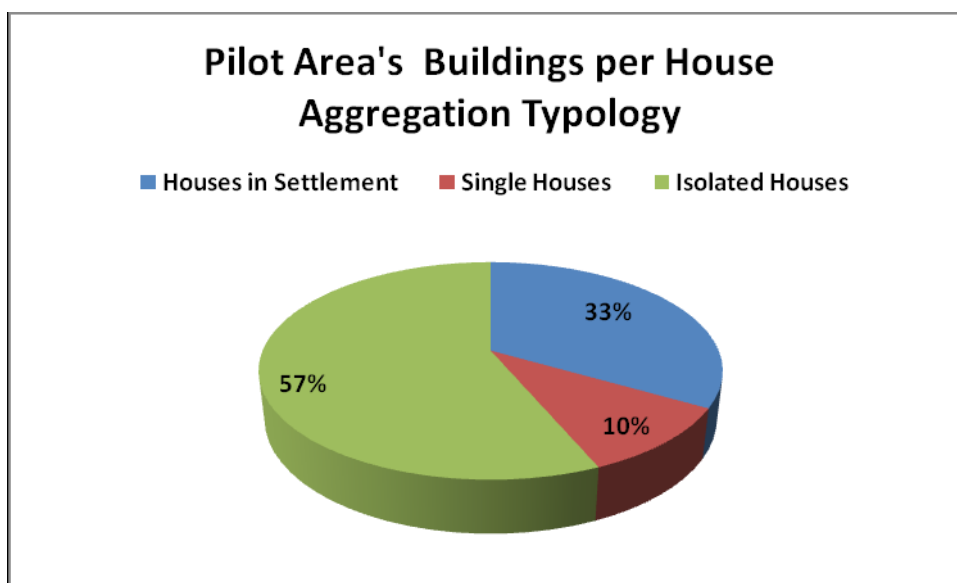


Fig. 24 – Distribuzione in percentuale per tipologia aggregativa delle costruzioni nell'area del Progetto Pilota

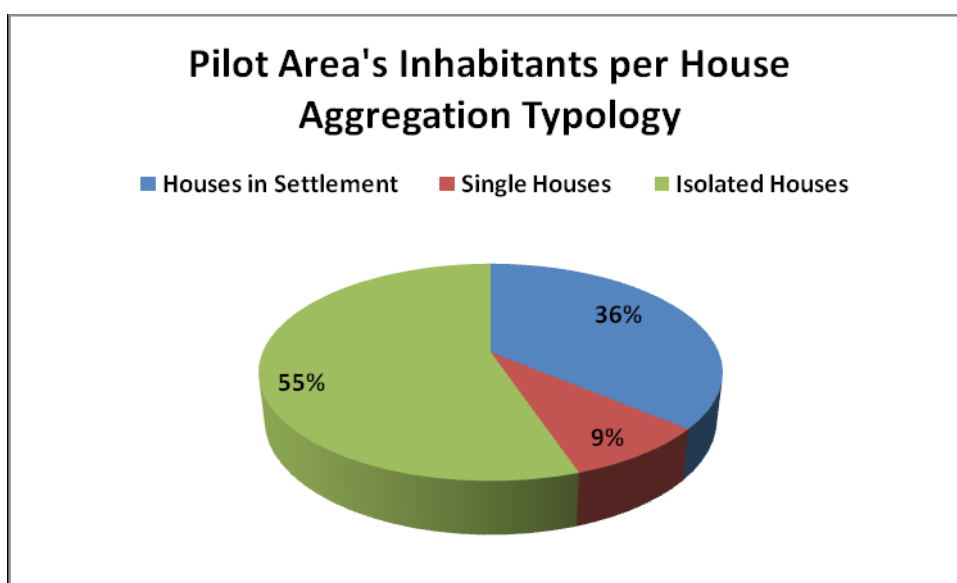


Figura 25 - Distribuzione in percentuale per tipologia aggregativa degli abitanti nell'area del Progetto Pilota

L'analisi finalizzata a stimare tipologia e consistenza degli spazi aperti privati nel territorio del Progetto Pilota è stata condotta allo scopo di verificare la disponibilità e l'idoneità di aree dove localizzare l'eventuale impiantistica di progetto.

Negli elaborati di seguito è analizzata la categoria d'uso del suolo definita come "Ambiente Urbanizzato e superfici artificiali" di pertinenza degli edifici.

Nella prima tabella (**Tab. 8**) sono elencati i singoli edifici dell'area pilota e gli spazi aperti e coperti di loro pertinenza distinti come:

- Spazi aperti privati non pavimentati
- Spazi aperti privati pavimentati
- Spazi privati coperti

Building Code	Not-Paved Uncovered Areas (m ²)	Paved Uncovered Areas (m ²)	Covered Areas (m ²)	Building Code	Not-Paved Uncovered Areas (m ²)	Paved Uncovered Areas (m ²)	Covered Areas (m ²)
InA.b.01	200	1.000	160	Is.a.04	0	400	104
InA.a.02	1.900	1.300	188	Is.b.05	0	0	54
InA.b.03	0	700	72	Is.a.06	0	600	69
InA.a.04	1.700	700	167	Is.b.07	0	0	142
InA.a.05	1.700	1.000	154	Is.a.08	0	1.700	384
InA.a.06	2.400	600	170	Is.a.09	0	0	50
InB.a.01	1.900	900	186	Is.a.10	0	700	185
InB.a.02	1.600	800	164	Is.b.11	0	200	129
InB.a.03	7.500	2.400	395	Is.b.12	0	0	77
InB.a.04	3.500	700	151	Is.b.13	0	0	107
InB.a.05	3.800	200	144	Is.b.14	0	0	65
InB.b.06	2.800	200	190	Is.b.15	0	300	94
InB.b.07	0	0	98	Is.a.16	0	3.600	230
Si.b.02	300	1.200	185	Is.a.17	0	0	66
Si.a.03	1.100	400	106	Is.b.18	0	0	164
Si.b.04	0	400	80	Is.b.19	0	0	137
Si.b.01	0	300	66	Is.b.20	0	200	130
Is.b.01	0	1.500	319	Is.b.21	0	600	191
Is.b.02	0	700	163	Is.a.22	0	0	35
Is.a.03	0	700	131	Total	30.400	24.000	5.702

Tab. 8 – Spazi aperti privati nell'area del Progetto Pilota

I dati appena illustrati consentono una rielaborazione delle categorie di uso del suolo secondo una classificazione sintetica e più funzionale allo scopo di individuare aree idonee all'eventuale impiantistica di progetto.

La tabella seguente (**Tab. 9**) e il grafico (**Fig. 26**) sintetizzano i dati relativi alla tipologia e consistenza degli spazi aperti privati e l'uso del suolo.

Land use classification	Extension (m ²)	Percentage (%)
Private Covered Areas	5.702	1,02%
Not-paved private uncovered areas	30.400	5,43%
Paved private uncovered areas	24.000	4,29%
Natural areas	62.282	11,12%
Agricultural areas	437.627	78,15%
Pilot Project total area	560.011	100,00%

Tab. 9 – Area del Progetto Pilota: uso del suolo

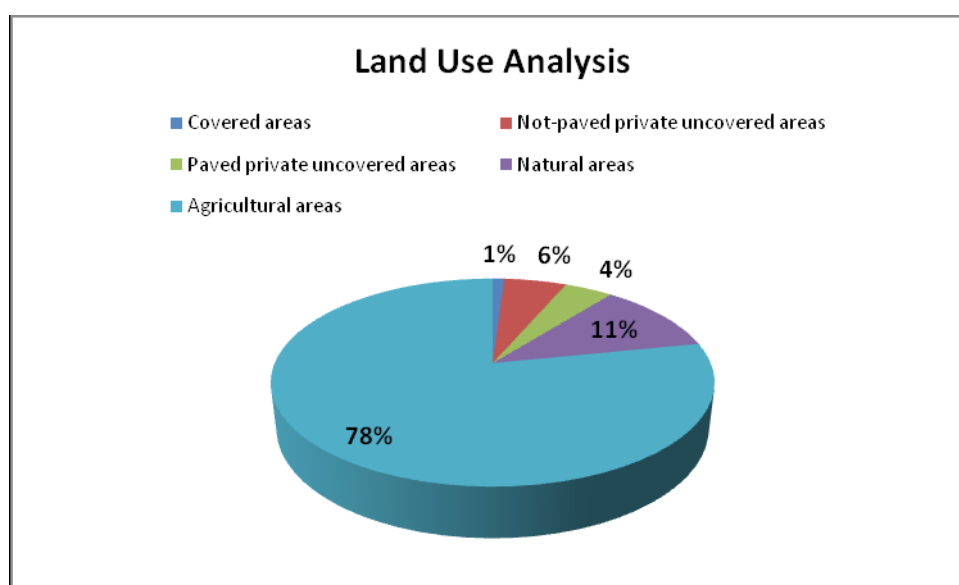


Fig. 26 - Area del Progetto Pilota: uso del suolo

I dati contemplati in questa sezione sono graficizzati nella carta dell'uso degli spazi aperti nell'area del Progetto Pilota (**Tavola 3**) allegato in appendice al presente documento.

2.2.3.1. Stima dei fabbisogni energetici annui per cucina, acqua calda e riscaldamento

Le stime del fabbisogno energetico annuo per cucina, acqua calda e riscaldamento per il sistema residenziale per singola abitazione (**Tab. 10**) e diviso per tipologia aggregativa (**Tab. 11**) sono state fatte attraverso le valutazioni presenti nel Piano Energetico della Regione Campania⁶⁸ e confrontati con i dati forniti dall'ISTAT sui consumi di gas metano per uso domestico⁶⁹. In particolare il fabbisogno energetico per l'acqua calda è stata fatta in relazione al numero di abitanti residenti⁷⁰ mentre per riscaldamento e cottura dei cibi ci si è basati sia sul numero degli abitanti che sulla superficie utile residenziale delle abitazioni⁷¹.

Building Code	Inhabitants (n.)	Living Area (m ²)	Estimated Kitchen Need MJ/year	Estimated Hot Water Consumption MJ/year	Estimated Heating Consump. MJ/year	Estimated Total Consump. MJ/year	Statistical Total Consump. MJ/year
InA.b.01	12	448	16.956	33.912	93.222	144.090	90.609
InA.a.02	3	263	4.239	8.478	31.213	43.930	22.652
InA.b.03	0	151	0	0	0	0	0
InA.a.04	3	351	4.239	8.478	31.213	43.930	22.652
InA.a.05	2	80	2.826	5.652	16.647	25.125	15.102
InA.a.06	4	80	5.652	11.304	16.647	33.603	30.203
InB.a.01	4	119	5.652	11.304	24.658	41.614	30.203
InB.a.02	8	344	11.304	22.608	71.664	105.576	60.406
InB.a.03	5	830	7.065	14.130	52.021	73.216	37.754
InB.a.04	0	317	0	0	0	0	0
InB.a.05	1	302	1.413	2.826	10.404	14.643	7.551
InB.b.06	0	399	0	0	0	0	0
Si.b.02	7	389	9.891	19.782	72.829	102.502	52.856
Si.a.03	2	148	2.826	5.652	20.808	29.286	15.102
Si.b.04	1	168	1.413	2.826	10.404	14.643	7.551
Is.b.01	6	447	8.478	16.956	62.425	87.859	45.305
Is.b.02	4	228	5.652	11.304	41.617	58.573	30.203
Is.a.03	0	275	0	0	0	0	0
Is.a.04	3	146	4.239	8.478	30.297	43.014	22.652
Is.a.06	12	97	16.956	33.912	20.101	70.969	90.609
Is.b.07	5	99	7.065	14.130	20.684	41.879	37.754
Is.a.08	16	685	22.608	45.216	142.454	210.278	120.813
Is.a.10	4	518	5.652	11.304	41.617	58.573	30.203
Is.b.11	2	361	2.826	5.652	20.808	29.286	15.102
Is.b.12	0	162	0	0	0	0	0
Is.b.13	0	225	0	0	0	0	0
Is.b.14	0	137	0	0	0	0	0
Is.b.15	0	197	0	0	0	0	0
Is.a.16	5	483	7.065	14.130	52.021	73.216	37.754
Is.b.20	3	273	4.239	8.478	31.213	43.930	22.652
Is.b.21	4	401	5.652	11.304	41.617	58.573	30.203

Tab. 10 - Fabbisogno energetico distinto per abitazione e per tipologia d'uso energetico

⁶⁸ Piano Energetico della Regione Campania – anno 2000

⁶⁹ ISTAT - Consumo di gas metano per uso domestico e per riscaldamento per i comuni capoluogo di provincia – anno 2006

⁷⁰ Ufficio Anagrafe Comune di Giffoni Sei Casali. Dati rilevati in data 03 aprile 2009

⁷¹ Piano Energetico della Regione Campania – anno 2000, p. 18.

House Aggregation Typology	Kitchen Energy (MJ/year)	Hot Water Energy (MJ/year)	Heating Energy (MJ/year)	Total Energy (MJ/year)
Houses in Settlement	59,346	118,692	347,687	525,725
Single Houses	14,130	28,260	104,042	146,432
Isolated Houses	90,432	180,864	504,853	776,149
Total	163,908	327,816	956,583	1,448,307

Tab. 11 - Fabbisogno energetico distinto per tipologia aggregativa e per tipologia d'uso energetico

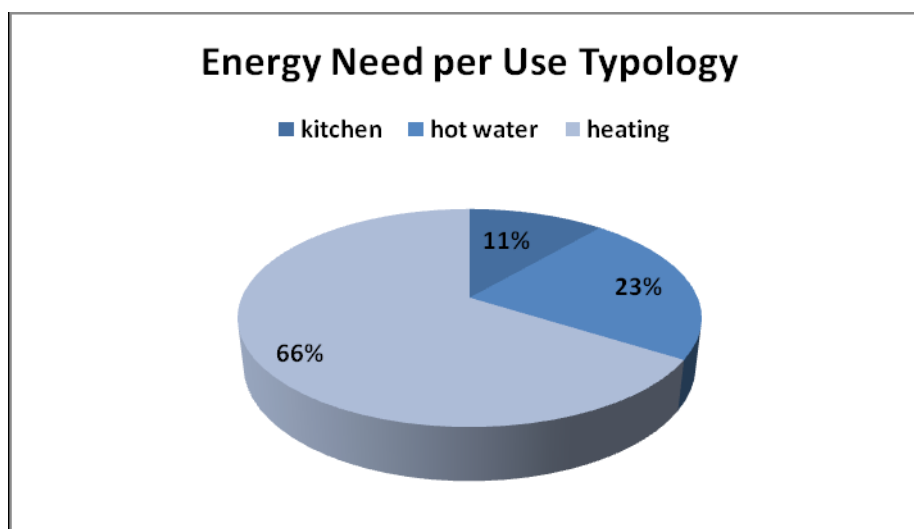


Fig. 27 - Fabbisogno energetico per tipologia d'uso

Dall'analisi dei fabbisogni energetici si stima che circa l'11% della domanda di energia è dovuto al fabbisogno per la cucina, circa il 23% è dovuto per la produzione di acqua calda e circa il 66% per il riscaldamento degli ambienti (**Fig. 27**).

2.2.3.2. Fabbisogni stimati per cucina, acqua calda e riscaldamento: valutazione di scenari di utilizzo di risorse energetiche

In questa sezione vengono valutati e stimati diversi scenari di utilizzo di risorse energetiche convenzionali per cucina, acqua calda e riscaldamento partendo dai dati stimati del fabbisogno energetico.

Scenario 1 – Metano

Nel primo scenario sono stati stimati il fabbisogno annuo e i relativi costi dell'energia nell'ipotesi in cui venga utilizzato il solo metano per dare risposta alla domanda di energia per cucina, acqua calda e riscaldamento per ogni abitazione. La prima tabella riporta i dati relativi alle singole abitazioni del sistema residenziale (**Tab. 12**). La seconda tabella sintetizza gli stessi dati riferendoli alle tipologie aggregative (**Tab. 13**). Le stime per il fabbisogno sono state effettuate in considerazione del potere calorifico del metano mentre per i costi (**Tab. 14**) ci si è basati sulle tariffe applicate dall'ente fornitore⁷².

⁷² Dato ricavato dall'ente gestore della città di Salerno "Salerno Energia" all'indirizzo internet: http://www.salernoenergia.it/web_new/web/_home_dinamico_vendite.cfm?cx=contenuti/fattura_tariffa

Building Code	Specific Energy (MJ/m ³)	Estimated Kitchen Need (m ³ /year)	Estimated Hot Water Need (m ³ /year)	Estimated Heating Need (m ³ /year)	Estimated Total Need (m ³ /year)	Statistical Total Need (m ³ /year)
InA.b.01	39.95	424	849	2,333	3,607	2,268
InA.a.02	39.95	106	212	1,371	1,689	567
InA.b.03	39.95	0	0	0	0	0
InA.a.04	39.95	106	212	1,827	2,145	567
InA.a.05	39.95	71	141	417	629	378
InA.a.06	39.95	141	283	417	841	756
InB.a.01	39.95	141	283	617	1,042	756
InB.a.02	39.95	283	566	1,794	2,643	1,512
InB.a.03	39.95	177	354	4,321	4,851	945
InB.a.04	39.95	0	0	0	0	0
InB.a.05	39.95	35	71	1,575	1,681	189
InB.b.06	39.95	0	0	0	0	0
Si.b.02	39.95	248	495	2,024	2,766	1,323
Si.a.03	39.95	71	141	773	985	378
Si.b.04	39.95	35	71	875	981	189
Is.b.01	39.95	212	424	2,326	2,963	1,134
Is.b.02	39.95	141	283	1,189	1,613	756
Is.a.03	39.95	0	0	0	0	0
Is.a.04	39.95	106	212	758	1,077	567
Is.a.06	39.95	424	849	503	1,776	2,268
Is.b.07	39.95	177	354	518	1,048	945
Is.a.08	39.95	566	1,132	3,566	5,264	3,024
Is.a.10	39.95	141	283	2,698	3,122	756
Is.b.11	39.95	71	141	1,881	2,094	378
Is.b.12	39.95	0	0	0	0	0
Is.b.13	39.95	0	0	0	0	0
Is.b.14	39.95	0	0	0	0	0
Is.b.15	39.95	0	0	0	0	0
Is.a.16	39.95	177	354	2,516	3,046	945
Is.b.20	39.95	106	212	1,422	1,740	567
Is.b.21	39.95	141	283	2,089	2,514	756

Tab. 12 – Fabbisogno di metano per abitazione e per tipologia di utilizzo

House Aggregation Typology	Kitchen Need (m ³ /year)	Hot Water Need (m ³ /year)	Heating Need (m ³ /year)	Total Need (m ³ /year)
Houses in Settlement	1,486	2,971	14,671	19,128
Single Houses	354	707	3,672	4,733
Isolated Houses	2,264	4,527	19,466	26,257
Total	1,486	2,971	14,671	19,128

Tab. 13 – Fabbisogno di metano per tipologia aggregativa e tipologia di utilizzo

House Aggregation Typology	Kitchen Cost (€/year)	Hot Water Cost (€/year)	Heating Cost (€/year)	Total Cost (€/year)
Houses in Settlement	797	1,595	8,152	10,544
Single Houses	200	400	2,189	2,789
Isolated Houses	1,192	2,385	10,521	14,098
Total	2,190	4,379	20,863	27,432

Tab. 14 – Costi per l'utilizzo del metano per tipologia aggregativa

Scenario 2 – Gasolio

Nel secondo scenario sono stati stimati il fabbisogno annuo e i relativi costi dell'energia nell'ipotesi in cui venga utilizzato il solo gasolio per dare risposta alla domanda di energia per cucina, acqua calda e riscaldamento per ogni abitazione. La prima tabella riporta i dati relativi alle singole abitazioni del sistema residenziale (**Tab. 15**). La seconda tabella sintetizza gli stessi dati riferendoli alle tipologie aggregative (**Tab. 16**). Le stime per il fabbisogno sono state effettuate in considerazione del potere calorifico del gasolio mentre per i costi (**Tab. 17**) ci si è basati sulle tariffe rilevate dalla Camera di Commercio di Napoli⁷³.

Building Code	Specific Energy (MJ/lit)	Estimated Kitchen Need (lit/year)	Estimated Hot Water Need (lit/year)	Estimated Heating Need (lit/year)	Estimated Total Need (lit/year)	Statistical Total Need (lit/year)
InA.b.01	35.22	481	963	4,091	5,535	1,555
InA.a.02	35.22	120	241	1,916	2,277	389
InA.b.03	35.22	0	0	0	0	0
InA.a.04	35.22	120	241	2,433	2,794	389
InA.a.05	35.22	80	160	713	954	259
InA.a.06	35.22	160	321	954	1,435	518
InB.a.01	35.22	160	321	1,181	1,663	518
InB.a.02	35.22	321	642	2,997	3,960	1,037
InB.a.03	35.22	201	401	5,502	6,104	648
InB.a.04	35.22	0	0	0	0	0
InB.a.05	35.22	40	80	1,907	2,027	130
InB.b.06	35.22	0	0	0	0	0
Si.b.02	35.22	281	562	3,137	3,980	907
Si.a.03	35.22	80	160	1,117	1,358	259
Si.b.04	35.22	40	80	1,113	1,233	130
Is.b.01	35.22	241	481	3,360	4,082	778
Is.b.02	35.22	160	321	1,829	2,311	518
Is.a.03	35.22	0	0	0	0	0
Is.a.04	35.22	120	241	1,221	1,582	389
Is.a.06	35.22	481	963	2,015	3,459	1,555
Is.b.07	35.22	201	401	1,189	1,791	648
Is.a.08	35.22	642	1,284	5,970	7,895	2,073

⁷³ Dato ricavato dalla "Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Napoli - Prezzi medi informativi dei prodotti petroliferi (rif. Circolare n.3344/C del 29.07.94 del MICA) alla data del 30/04/.2009.

Is.a.10	35.22	160	321	3,541	4,023	518
Is.b.11	35.22	80	160	2,374	2,615	259
Is.b.12	35.22	0	0	0	0	0
Is.b.13	35.22	0	0	0	0	0
Is.b.14	35.22	0	0	0	0	0
Is.b.15	35.22	0	0	0	0	0
Is.a.16	35.22	201	401	3,455	4,057	648
Is.b.20	35.22	120	241	1,974	2,335	389
Is.b.21	35.22	160	321	2,851	3,332	518

Tab. 15 - Fabbisogno di gasolio per abitazione e per tipologia di utilizzo

House Aggregation Typology	Kitchen Need (lt/year)	Hot Water Need (lt/year)	Heating Need (lt/year)	Total Need (lt/year)
Houses in Settlement	1.685	3,370	21,694	26,748
Single Houses	401	802	5,368	6,571
Isolated Houses	2,567	5,135	29,780	37,482
Total	4,653	9,307	56,841	70,801

Tab. 16 - Fabbisogno di gasolio per tipologia aggregativa e tipologia di utilizzo

House Aggregation Typology	Kitchen Cost (€/year)	Hot Water Cost (€/year)	Heating Cost (€/year)	Total Cost (€/year)
Houses in Settlement	1,741	3,481	22,414	27,636
Single Houses	414	829	5,546	6,789
Isolated Houses	2,653	5,305	30,768	38,726
Total	4,808	9,616	58,728	73,152

Tab. 17 – Costi per l'utilizzo del gasolio per tipologia aggregativa

Scenario 3 – GPL

Nel terzo scenario sono stati stimati il fabbisogno annuo e i relativi costi dell'energia nell'ipotesi in cui venga utilizzato il solo GPL per dare risposta alla domanda di energia per cucina, acqua calda e riscaldamento per ogni abitazione. La prima tabella riporta i dati relativi alle singole abitazioni del sistema residenziale (**Tab. 18**). La seconda tabella sintetizza gli stessi dati riferendoli alle tipologie aggregative (**Tab. 19**). Le stime per il fabbisogno sono state effettuate in considerazione del potere calorifico del GPL mentre per i costi (**Tab. 20**) ci si è basati sulla media delle tariffe rilevate da un'indagine di mercato.

Building Code	Specific Energy (MJ/lt)	Estimated Kitchen Need (lt/year)	Estimated Hot Water Need (lt/year)	Estimated Heating Need (lt/year)	Estimated Total Need (lt/year)	Statistical Total Need (lt/year)
InA.b.01	88.62	191	383	1,052	1,626	1,690
InA.a.02	88.62	48	96	618	762	423
InA.b.03	88.62	0	0	0	0	0
InA.a.04	88.62	48	96	824	967	423

InA.a.05	88.62	32	64	188	284	282
InA.a.06	88.62	64	128	188	379	563
InB.a.01	88.62	64	128	278	470	563
InB.a.02	88.62	128	255	809	1,191	1,127
InB.a.03	88.62	80	159	1,948	2,187	704
InB.a.04	88.62	0	0	0	0	0
InB.a.05	88.62	16	32	710	758	141
InB.b.06	88.62	0	0	0	0	0
Si.b.02	88.62	112	223	912	1,247	986
Si.a.03	88.62	32	64	348	444	282
Si.b.04	88.62	16	32	394	442	141
Is.b.01	88.62	96	191	1,049	1,336	845
Is.b.02	88.62	64	128	536	727	563
Is.a.03	88.62	0	0	0	0	0
Is.a.04	88.62	48	96	342	485	423
Is.a.06	88.62	191	383	227	801	1,690
Is.b.07	88.62	80	159	233	473	704
Is.a.08	88.62	255	510	1,608	2373	2,254
Is.a.10	88.62	64	128	1,216	1,408	563
Is.b.11	88.62	32	64	848	944	282
Is.b.12	88.62	0	0	0	0	0
Is.b.13	88.62	0	0	0	0	0
Is.b.14	88.62	0	0	0	0	0
Is.b.15	88.62	0	0	0	0	0
Is.a.16	88.62	80	159	1,134	1,373	704
Is.b.20	88.62	48	96	641	785	423
Is.b.21	88.62	64	128	942	1,133	563

Tab. 18 - Fabbisogno di GPL per abitazione e per tipologia di utilizzo

House Aggregation Typology	Kitchen Need (lt/year)	Hot Water Need (lt/year)	Heating Need (lt/year)	Total Need (lt/year)
Houses in Settlement	670	1,339	6,614	8,623
Single Houses	159	319	1,655	2,134
Isolated Houses	1,021	2,041	8,776	11,837
Total	1,850	3,699	17,045	22,594

Tab. 19 - Fabbisogno di GPL per tipologia aggregativa e tipologia di utilizzo

House Aggregation Typology	Kitchen Cost (€/year)	Hot Water Cost (€/year)	Heating Cost (€/year)	Total Cost (€/year)
Houses in Settlement	706	1,412	6,971	9,089
Single Houses	168	336	1,745	2,249
Isolated Houses	1,076	2,151	9,250	12,476
Total	1,950	3,899	17,965	23,814

Tab. 20 - Costi per l'utilizzo del GPL per tipologia aggregativa

Scenario 4 – Metano/Gasolio/GPL + Legna

Nel quarto scenario sono stati stimati dapprima il fabbisogno annuo e i relativi costi dell'energia nell'ipotesi in cui venga utilizzata la sola legna per dare risposta alla domanda di energia per il riscaldamento di ogni singola abitazione. La prima tabella riporta i dati relativi alle singole abitazioni del sistema residenziale (**Tab. 21**). La seconda tabella sintetizza gli stessi dati riferendoli alle tipologie aggregative (**Tab. 22**). Le stime per il fabbisogno sono state effettuate in considerazione potere calorifico medio della legna mentre per i costi (**Tab. 23**) ci si è basati sulla media delle tariffe rilevate attraverso un'indagine di mercato.

Building Code	Specific Energy (MJ/kg)	Estimated Kitchen Need (kg/year)	Estimated Hot Water Need (kg/year)	Estimated Heating Need (kg/year)	Estimated Total Need (kg/year)
InA.b.01	14.65	-	-	5,470	5,470
InA.a.02	14.65	-	-	3,214	3,214
InA.b.03	14.65	-	-	0	0
InA.a.04	14.65	-	-	4,282	4,282
InA.a.05	14.65	-	-	977	977
InA.a.06	14.65	-	-	977	977
InB.a.01	14.65	-	-	1,447	1,447
InB.a.02	14.65	-	-	4,205	4,205
InB.a.03	14.65	-	-	10,128	10,128
InB.a.04	14.65	-	-	0	0
InB.a.05	14.65	-	-	3,692	3,692
InB.b.06	14.65	-	-	0	0
Si.b.02	14.65	-	-	4,743	4,743
Si.a.03	14.65	-	-	1,812	1,812
Si.b.04	14.65	-	-	2,051	2,051
Is.b.01	14.65	-	-	5,453	5,453
Is.b.02	14.65	-	-	2,786	2,786
Is.a.03	14.65	-	-	0	0
Is.a.04	14.65	-	-	1,778	1,778
Is.a.06	14.65	-	-	1,179	1,179
Is.b.07	14.65	-	-	1,214	1,214
Is.a.08	14.65	-	-	8,359	8,359
Is.a.10	14.65	-	-	6,325	6,325
Is.b.11	14.65	-	-	4,410	4,410
Is.b.12	14.65	-	-	0	0
Is.b.13	14.65	-	-	0	0
Is.b.14	14.65	-	-	0	0
Is.b.15	14.65	-	-	0	0
Is.a.16	14.65	-	-	5,897	5,897
Is.b.20	14.65	-	-	3,333	3,333
Is.b.21	14.65	-	-	4,897	4,897

Tab. 21 – Fabbisogno di legna per abitazione e per tipologia di utilizzo

House Aggregation Typology	Kitchen Need (kg/year)	Hot Water Need (kg/year)	Heating Need (kg/year)	Total Need (kg/year)
Houses in Settlement	-	-	34.391	34.391
Single Houses	-	-	8.607	8.607
Isolated Houses	-	-	45.631	45.631
Total	-	-	88.628	88.628

Tabella 22 - Fabbisogno di legna per tipologia aggregativa e tipologia di utilizzo

House Aggregation Typology	Kitchen Cost (€/year)	Hot Water Cost (€/year)	Heating Cost (€/year)	Total Cost (€/year)
Houses in Settlement	-	-	3.302	3.302
Single Houses	-	-	887	887
Isolated Houses	-	-	4.261	4.261
Total	-	-	8.449	8.449

Tab. 23 - Costi per l'utilizzo della legna per tipologia aggregativa

In una seconda ipotesi nello scenario che prevede l'utilizzo della legna per il riscaldamento domestico si ipotizza che tale uso copra solo il 30% del fabbisogno totale di energia mentre la restante percentuale (70%) venga coperta da una differente fonte energetica (**Tab. 24**).

House Aggregation Typology	Kitchen Energy (MJ/year)	Hot Water Energy (MJ/year)	Heating Energy (70%) (MJ/year)	Heating Energy (30%) (MJ/year)	Total Energy (MJ/year)
Houses in Settlement	59,346	118,692	243,381	104,306	525,725
Single Houses	14,130	28,260	72,829	31,213	146,432
Isolated Houses	90,432	180,864	353,397	151,456	776,149
Total	163,908	327,816	669,608	286,975	1,448,307

Tab. 24 – Fabbisogno energetico per tipologia aggregativa

Si stimano di seguito i fabbisogni e i costi nelle tre differenti ipotesi dell'utilizzo combinato rispettivamente di legna (30%) e metano (70%) (**Tab. 25; Tab. 26**); legna (30%) e gasolio (70%) (**Tab. 27; Tab. 28**); legna (30%) e GPL (70%) (**Tab. 29; Tab. 30**).

Scenario 4.1 – Legna + Metano

House Aggregation Typology	Kitchen Need (m³/year)	Hot Water Need (m³/year)	Heating Need (Methane 70%) (m³/year)	Heating Need (Wood 30%) (kg/year)
Houses in Settlement	1,486	2,971	10,270	10,317
Single Houses	354	707	2,570	2,582
Isolated Houses	2,264	4,527	13,626	13,689
Total	4,103	8,206	26,466	26,588

Tab. 25 - Fabbisogno di legna e metano per tipologia aggregativa e tipologia di utilizzo

House Aggregation Typology	Kitchen Cost (€/year)	Hot Water Cost (€/year)	Heating Cost (€/year)	Total Cost (€/year)
Houses in Settlement	797	1,595	6,697	9,089
Single Houses	200	400	1,798	2,399
Isolated Houses	1,192	2,385	8,643	12,220
Total	2,190	4,379	17,139	23,708

Tab. 26 – Costi di legna e metano per tipologia aggregativa e tipologia di utilizzo

Scenario 4.2 – Legna + Gasolio

House Aggregation Typology	Kitchen Need (lt/year)	Hot Water Need (lt/year)	Heating Need (Gasoline 70%) (lt/year)	Heating Need (Wood 30%) (kg/year)
Houses in Settlement	1,685	3,370	15,186	10,317
Single Houses	401	802	3,757	2,582
Isolated Houses	2,567	5,135	20,846	13,689
Total	4,653	9,307	39,789	26,588

Tab. 27- Fabbisogno di legna e gasolio per tipologia aggregativa e tipologia di utilizzo

House Aggregation Typology	Kitchen Cost (€/year)	Hot Water Cost (€/year)	Heating Cost (€/year)	Total Cost (€/year)
Houses in Settlement	1,741	3,481	16,680	21,903
Single Houses	414	829	4,148	5,391
Isolated Houses	2,653	5,305	22,816	30,774
Total	4,808	9,616	43,645	58,068

Tab. 28 – Costi di legna e gasolio per tipologia aggregativa e tipologia di utilizzo

Scenario 4.3 – Legna + GPL

House Aggregation Typology	Kitchen Need (lt/year)	Hot Water Need (lt/year)	Heating Need (LPG 70%) (lt/year)	Heating Need (Wood 30%) (kg/year)
Houses in Settlement	670	1,339	4,630	10,317
Single Houses	159	319	1,159	2,582
Isolated Houses	1,021	2,041	6,143	13,689
Total	1,850	3,699	11,932	26,588

Tab. 29 - Fabbisogno di legna e GPL per tipologia aggregativa e tipologia di utilizzo

House Aggregation Typology	Kitchen Cost (€/year)	Hot Water Cost (€/year)	Heating Cost (€/year)	Total Cost (€/year)
Houses in Settlement	706	1,412	5,870	7,988
Single Houses	168	336	1,487	1,991
Isolated Houses	1,076	2,151	7,753	10,980
Total	1,950	3,899	15,111	20,959

Tab. 30 – Costi di legna e GPL per tipologia aggregativa e tipologia di utilizzo

Scenario 5 – Metano/Gasolio/GPL + Pellet

Nel quarto scenario sono stati stimati dapprima il fabbisogno annuo e i relativi costi dell'energia nell'ipotesi in cui venga utilizzato il solo pellet per dare risposta alla domanda di energia per il riscaldamento delle singole abitazioni. La prima tabella riporta i dati relativi alle singole abitazioni del sistema residenziale (**Tab. 31**). La seconda tabella sintetizza gli stessi dati riferendoli alle tipologie aggregative (**Tab. 32**). Le stime per il fabbisogno sono state effettuate in considerazione del potere calorifico medio del pellet mentre per i costi (**Tab. 33**) ci si è basati sulla media delle tariffe rilevate attraverso un'indagine di mercato.

Building Code	Specific Energy (MJ/kg)	Estimated Kitchen Need (kg/year)	Estimated Hot Water Need (kg/year)	Estimated Heating Need (kg/year)	Estimated Total Need (kg/year)
InA.b.01	16,56	-	-	4,839	4,839
InA.a.02	16,56	-	-	2,843	2,843
InA.b.03	16,56	-	-	0	0
InA.a.04	16,56	-	-	3,788	3,788
InA.a.05	16,56	-	-	864	864
InA.a.06	16,56	-	-	864	864
InB.a.01	16,56	-	-	1,280	1,280
InB.a.02	16,56	-	-	3,720	3,720
InB.a.03	16,56	-	-	8,960	8,960
InB.a.04	16,56	-	-	0	0
InB.a.05	16,56	-	-	3,266	3,266
InB.b.06	16,56	-	-	0	0
Si.b.02	16,56	-	-	4,196	4,196
Si.a.03	16,56	-	-	1,603	1,603

Si.b.04	16,56	-	-	1,815	1,815
Is.b.01	16,56	-	-	4,824	4,824
Is.b.02	16,56	-	-	2,465	2,465
Is.a.03	16,56	-	-	0	0
Is.a.04	16,56	-	-	1,573	1,573
Is.a.06	16,56	-	-	1,043	1,043
Is.b.07	16,56	-	-	1,074	1,074
Is.a.08	16,56	-	-	7,395	7,395
Is.a.10	16,56	-	-	5,595	5,595
Is.b.11	16,56	-	-	3,902	3,902
Is.b.12	16,56	-	-	0	0
Is.b.13	16,56	-	-	0	0
Is.b.14	16,56	-	-	0	0
Is.b.15	16,56	-	-	0	0
Is.a.16	16,56	-	-	5,217	5,217
Is.b.20	16,56	-	-	2,949	2,949
Is.b.21	16,56	-	-	4,333	4,333

Tab. 31 Fabbisogno di pellet per abitazione e per tipologia di utilizzo

House Aggregation Typology	Kitchen Need (kg/year)	Hot Water Need (kg/year)	Heating Need (kg/year)	Total Need (kg/year)
Houses in Settlement	-	-	30,425	30,425
Single Houses	-	-	7,614	7,614
Isolated Houses	-	-	40,369	40,369
Total	-	-	78,409	78,409

Tab. 32 - Fabbisogno di pellet per tipologia aggregativa e tipologia di utilizzo

House Aggregation Typology	Kitchen Cost (€/year)	Hot Water Cost (€/year)	Heating Cost (€/year)	Total Cost (€/year)
Houses in Settlement	-	-	5,527	5,527
Single Houses	-	-	1,484	1,484
Isolated Houses	-	-	7,133	7,133
Total	-	-	14,145	14,145

Tab. 33 - Costi per l'utilizzo di pellet per tipologia aggregativa

In una seconda ipotesi nello scenario che prevede l'utilizzo del pellet per il riscaldamento domestico si ipotizza che tale uso copra solo il 30% del fabbisogno totale di energia mentre la restante percentuale (70%) venga coperta da una differente fonte energetica (**Tab. 23**).

Si stimano di seguito i fabbisogni e i costi nelle tre differenti ipotesi dell'utilizzo combinato rispettivamente di pellet (30%) e metano (70%) (**Tab. 34; Tab. 35**); pellet (30%) e gasolio (70%) (**Tab. 36; Tab. 37**); pellet (30%) e GPL (70%) (**Tab. 38; Tab. 39**).

Scenario 5.1 – Pellet + Metano

House Aggregation Typology	Kitchen Need (m ³ /year)	Hot Water Need (m ³ /year)	Heating Need (Methane 70%) (m ³ /year)	Heating Need (Pellet 30%) (kg/year)
Houses in Settlement	1,486	2,971	10,270	9,128
Single Houses	354	707	2,570	2,284
Isolated Houses	2,264	4,527	13,626	12,111
Total	4,103	8,206	26,466	23,523

Tab. 34 - Fabbisogno di legna e metano per tipologia aggregativa e tipologia di utilizzo

House Aggregation Typology	Kitchen Cost (€/year)	Hot Water Cost (€/year)	Heating Cost (€/year)	Total Cost (€/year)
Houses in Settlement	797	1,595	7,365	9,757
Single Houses	200	400	1,978	2,578
Isolated Houses	1,192	2,385	9,505	13,082
Total	2,190	4,379	18,847	25,417

Tab. 35 – Costi di pellet e metano per tipologia aggregativa e tipologia di utilizzo

Scenario 5.2 – Pellet + Gasolio

House Aggregation Typology	Kitchen Need (lt/year)	Hot Water Need (lt/year)	Heating Need (Gasoline 70%) (lt/year)	Heating Need (Pellet 30%) (kg/year)
Houses in Settlement	1,685	3,370	15,186	9,128
Single Houses	401	802	3,757	2,284
Isolated Houses	2,567	5,135	20,846	12,111
Total	4,653	9,307	39,789	23,523

Tab. 36 - Fabbisogno di legna e metano per tipologia aggregativa e tipologia di utilizzo

House Aggregation Typology	Kitchen Cost (€/year)	Hot Water Cost (€/year)	Heating Cost (€/year)	Total Cost (€/year)
Houses in Settlement	1,741	3,481	17,348	22,570
Single Houses	414	829	4,327	5,571
Isolated Houses	2,653	5,305	23,678	31,636
Total	4,808	9,616	45,353	59,777

Tab. 37 Costi di pellet e gasolio per tipologia aggregativa e tipologia di utilizzo

Scenario 5.3 – Pellet + GPL

House Aggregation Typology	Kitchen Need (lt/year)	Hot Water Need (lt/year)	Heating Need (LPG 70%) (lt/year)	Heating Need (Pellet 30%) (kg/year)
Houses in Settlement	670	1,339	4,630	9,128
Single Houses	159	319	1,159	2,284
Isolated Houses	1,021	2,041	6,143	12,111
Total	1,850	3,699	11,932	23,523

Tab. 38 - Fabbisogno di pellet e GPL per tipologia aggregativa e tipologia di utilizzo

House Aggregation Typology	Kitchen Cost (€/year)	Hot Water Cost (€/year)	Heating Cost (€/year)	Total Cost (€/year)
Houses in Settlement	706	1,412	6,538	8,656
Single Houses	168	336	1,667	2,171
Isolated Houses	1,076	2,151	8,615	11,842
Total	1,950	3,899	16,819	22,668

Tab. 39 Costi di pellet e GPL per tipologia aggregativa e tipologia di utilizzo

2.2.3.3. Fabbisogni stimati per cucina, acqua calda e riscaldamento: confronto fra gli scenari di utilizzo di risorse energetiche stimati

Nella tabella seguente (**Tab. 40**) e nella figura (**Fig. 28**) sono messi a confronto i costi dei differenti scenari di utilizzo di risorse energetiche precedentemente ipotizzati e distinti rispetto agli usi relativi alla cottura dei cibi (cucina), alla produzione di acqua calda e al riscaldamento delle abitazioni.

Dal confronto lo scenario 4.3 (legna e GPL) risulta essere il meno costoso comportando una spesa di poco più di 10.000 € l'anno in totale per il sistema insediativo residenziale preso nel suo insieme.

	Kitchen Cost (€/year)	Hot Water Cost (€/year)	Heating Cost (€/year)	Total Cost (€/year)
Scenario 1	2,190	4,379	20,863	27,432
Scenario 2	4,808	9,616	58,728	73,152
Scenario 3	1,950	3,899	17,965	23,814
Scenario 4.1	2,190	4,379	17,139	23,708
Scenario 4.2	4,808	9,616	43,645	58,068
Scenario 4.3	1,950	3,899	15,111	20,959
Scenario 5.1	2,190	4,379	18,847	25,417
Scenario 5.2	4,808	9,616	45,353	59,777
Scenario 5.3	1,950	3,899	16,819	22,668

Tab. 40 – Confronto fra i costi energetici dei differenti scenari

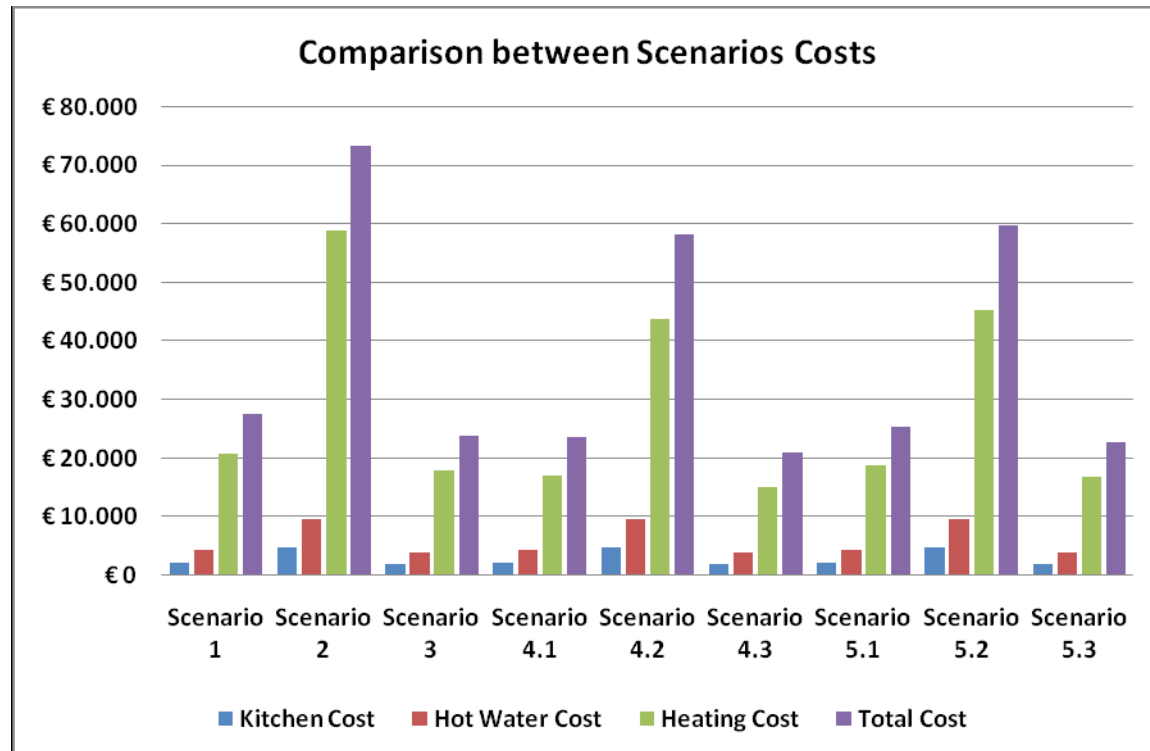


Fig. 28 - Confronto fra i costi energetici dei differenti scenari

2.2.3.4. Determinazione del fabbisogno e del costo dell'elettricità per singola utenza

La stima del fabbisogno annuo e dei costi dell'energia elettrica per singola abitazione (**Tab. 41**) e distinto per tipologia aggregativa (**Tab. 42**) è stata fatta considerando i dati ISTAT sui consumi di energia elettrica per abitante per uso domestico⁷⁴ e considerando i dati riportati dall'Autorità per l'Energia sul costo dell'elettricità per consumi nei limiti di 4 GWh⁷⁵.

Building Code	Statistical Total Need (kWh/year)	Statistical Total Fee Cost (€/year)	Building Code	Statistical Total Need (kWh/year)	Statistical Total Fee Cost (€/year)
InA.b.01	11,220	4,892	Is.b.02	3,740	1,631
InA.a.02	2,805	1,223	Is.a.03	0	0
InA.b.03	0	0	Is.a.04	2,805	1,223
InA.a.04	2,805	1,223	Is.a.06	11,220	4,892
InA.a.05	1,870	557	Is.b.07	4,675	2,038
InA.a.06	3,740	1,631	Is.a.08	14,960	6,523
InB.a.01	3,740	1,631	Is.a.10	3,740	1,631
InB.a.02	7,480	3,261	Is.b.11	1,870	557
InB.a.03	4,675	2,038	Is.b.12	0	0
InB.a.04	0	0	Is.b.13	0	0
InB.a.05	935	150	Is.b.14	0	0
InB.b.06	0	0	Is.b.15	0	0
Si.b.02	6,545	2,854	Is.a.16	4,675	2,038
Si.a.03	1,870	557	Is.b.20	2,805	1,223
Si.b.04	935	150	Is.b.21	3,740	1,631
Is.b.01	5,610	2,446	Is.a.22	0	0

Tab. 41 – Fabbisogno di energia elettrica per abitazione

House Aggregation Typology	Inhabitants (n.)	Electricity Consumption (kWh/year)	Electricity Cost (€/year)
Houses in Settlement	42	39,271	16,606
Single Houses	10	9,350	3,561
Isolated Houses	64	59,842	25,833
Total	116	108,463	46,000

Tab. 42 – Consumo e costo dell'energia elettrica per tipologia aggregativa

⁷⁴ ISTAT - Consumo di energia elettrica per uso domestico per i comuni capoluogo di provincia– anno 2006

⁷⁵ Dati ricavati dal "Autorità per l'Energia" all'indirizzo internet:

http://www.autorita.energia.it/dati_documenti/prezzi/191-08argtab.pdf

2.2.3.5. Determinazione del consumo e del costo di acqua potabile per singola utenza

La stima del fabbisogno di acqua annuo per servizi igienici, bagno, cucina, bucato per singola abitazione (**Tab. 43**) e del sistema residenziale diviso per tipologia aggregativa (**Tab. 44**) è stata fatta attraverso le valutazioni presenti nel rapporto di Legambiente sull'emergenza idrica⁷⁶ e confrontati con i dati forniti dall'ISTAT sui consumi di acqua per uso domestico⁷⁷. In particolare il dato sul consumo totale per abitante è stato corretto in considerazione delle perdite della rete per l'adduzione dell'acqua potabile che per la Regione Campania è stimata a circa il 43%⁷⁸.

Per la stima dei costi (**Tab. 45**) si è fatto riferimento alle tariffe applicate per il capoluogo di provincia distinte per fascia di consumo⁷⁹.

Building Code	Statistical Toilet Need (m ³ /year)	Statistical Bathroom Need (m ³ /year)	Statistical Kitchen/Sink Need (m ³ /year)	Statistical Laundry Need (m ³ /year)	Statistical Leak Need (m ³ /year)	Statistical Total Need (m ³ /year)
InA.b.01	126	142	287	59	44	658
InA.a.02	31	36	72	15	11	164
InA.b.03	0	0	0	0	0	0
InA.a.04	31	36	72	15	11	164
InA.a.05	21	24	48	10	7	110
InA.a.06	42	47	96	20	15	219
InB.a.01	42	47	96	20	15	219
InB.a.02	84	95	191	39	30	439
InB.a.03	52	59	119	24	19	274
InB.a.04	0	0	0	0	0	0
InB.a.05	10	12	24	5	4	55
InB.b.06	0	0	0	0	0	0
Si.b.02	73	83	167	34	26	384
Si.a.03	21	24	48	10	7	110
Si.b.04	10	12	24	5	4	55
Is.b.01	63	71	143	29	22	329
Is.b.02	42	47	96	20	15	219
Is.a.03	0	0	0	0	0	0
Is.a.04	31	36	72	15	11	164
Is.a.06	126	142	287	59	44	658

⁷⁶ ZAMPETTI, G., CIAFANI, S., a cura di, 2007. L'emergenza idrica in Italia – il libro bianco di Legambiente. Roma. Disponibile su:

http://www.legambiente.eu/documenti/2007/0503_dossier_emergenza_idrica/dossier_legambiente_emergenza_idrica_2007.pdf

⁷⁷ ISTAT: Consumo di acqua per uso domestico per i comuni capoluogo di provincia – anno 2006

⁷⁸ ZAMPETTI, G., CIAFANI, S., a cura di, 2007. L'emergenza idrica in Italia – il libro bianco di Legambiente. Roma. Disponibile su:

http://www.legambiente.eu/documenti/2007/0503_dossier_emergenza_idrica/dossier_legambiente_emergenza_idrica_2007.pdf

⁷⁹ Dati ricavati dall'Ente Gestore all'indirizzo internet:

<http://www.salernosistemi.it/web/index.cfm?id=E579910C-E246-DC59-18D9A8CB4BAAE427>

Is.b.07	52	59	119	24	19	274
Is.a.08	168	190	382	78	59	877
Is.a.10	42	47	96	20	15	219
Is.b.11	21	24	48	10	7	110
Is.b.12	0	0	0	0	0	0
Is.b.13	0	0	0	0	0	0
Is.b.14	0	0	0	0	0	0
Is.b.15	0	0	0	0	0	0
Is.a.16	52	59	119	24	19	274
Is.b.20	31	36	72	15	11	164
Is.b.21	42	47	96	20	15	219

Tab. 43 – Fabbisogno d'acqua per abitazione distinto per tipologia d'uso

House Aggregation Typology	Toilet (m³/year)	Bathroom (m³/year)	Kitchen (m³/year)	Laundry (m³/year)	Leak (m³/year)	Total (m³/year)
Houses in Settlement	440	498	1,003	206	156	2,302
Single Houses	105	119	239	49	37	548
Isolated Houses	671	759	1,528	313	237	3,508
Total	1,216	1,375	2,770	568	430	6,359

Tab. 44 – Fabbisogno d'acqua per tipologia aggregativa distinto per tipologia d'uso

House Aggregation Typology	Toilet (€/year)	Bathroom (€/year)	Kitchen (€/year)	Laundry (€/year)	Leak (€/year)	Total (€/year)
Houses in Settlement	3,020	3,415	6,879	1,410	1,067	2,028
Single Houses	696	787	1,586	325	246	1,809
Isolated Houses	4,614	5,218	10,511	2,155	1,630	987
Total	8,330	9,420	18,975	3,890	2,942	4,824

Tab. 45 Costo dell'acqua per tipologia aggregativa distinto per tipologia d'uso

2.2.3.6. Determinazione della produzione di rifiuti organici per singola utenza e del costo di raccolta e smaltimento

La stima della produzione annua di rifiuti per singola abitazione (**Tab. 46**) e per tipologia aggregativa (**Tab. 47**) è stata fatta in base ai dati ISTAT sulla raccolta di rifiuti urbani per i comuni capoluogo di provincia⁸⁰ incrociati con i dati desunti dal rapporto APAT 2005 sulla quantità di rifiuti distinti per categoria merceologica⁸¹.

Building Code	Statistical Kitchen Waste (kg/year)	Statistical Other (kg/year)	Statistical Total (kg/year)	Building Code	Statistical Kitchen Waste (kg/year)	Statistical Other (kg/year)	Statistical Total (kg/year)
InA.b.01	2,111	4,807	6,918	Is.b.02	704	1,602	2,306
InA.a.02	528	1,202	1,730	Is.a.03	0	0	0
InA.b.03	0	0	0	Is.a.04	528	1,202	1,730
InA.a.04	528	1,202	1,730	Is.a.06	2,111	4,807	6,918
InA.a.05	352	801	1,153	Is.b.07	880	2,003	2,883
InA.a.06	704	1,602	2,306	Is.a.08	2,815	6,409	9,224
InB.a.01	704	1,602	2,306	Is.a.10	704	1,602	2,306
InB.a.02	1,407	3,205	4,612	Is.b.11	352	801	1,153
InB.a.03	880	2,003	2,883	Is.b.12	0	0	0
InB.a.04	0	0	0	Is.b.13	0	0	0
InB.a.05	176	401	577	Is.b.14	0	0	0
InB.b.06	0	0	0	Is.b.15	0	0	0
Si.b.02	1,231	2,804	4,036	Is.a.16	880	2,003	2,883
Si.a.03	352	801	1,153	Is.b.20	528	1,202	1,730
Si.b.04	176	401	577	Is.b.21	704	1,602	2,306
Is.b.01	1,056	2,403	3,459	Is.a.22	0	0	0

Tab. 46 - Produzione di rifiuti per abitazione

House Aggregation Typology	Organic (kg/year)	Others (kg/year)	Total (kg/year)
Houses in Settlement	7,389	16,824	24,213
Single Houses	1,759	4,006	5,765
Isolated Houses	11,259	25,637	36,896
Total	20,408	46,467	66,874

Tab. 47- Produzione di rifiuti per tipologia aggregativa

⁸⁰ ISTAT: Raccolta di rifiuti urbani per i comuni capoluogo di provincia - anno 2006

⁸¹ Dati disponibili su:

http://www.campaniadifferenzia.anci.it/Comunicazioni_ANCI%5C2_2_1_Composizione_RU_Piano_Reg.pdf

2.2.3.7. Modalità di trattamento e smaltimento della acque reflue domestiche

Da indagini svolte presso gli uffici comunali risulta che la fossa settica di tipo Imhoff è il sistema più comunemente utilizzato per il trattamento delle acque reflue domestiche dalle abitazioni non connesse alla rete fognaria nel territorio periurbano del Comune di Giffoni Sei Casali.

Le fosse di tipo Imhoff prevedono due fasi di trattamento dei reflui: la sedimentazione (processo fisico) e la digestione (processo biologico).

Solitamente costruite con elementi circolari o rettangolari prefabbricati in calcestruzzo armato vibrato, le fosse Imhoff si compongono di due comparti sovrapposti ed in comunicazione idraulica tra di loro. Quello superiore, conformato a tramoggia con fessure di fondo, consente la sedimentazione delle sostanze pesanti contenute nel liquame, mentre il comparto inferiore è destinato all'accumulo progressivo del fango attraverso le fessure di fondo del soprastante vano. La digestione anaerobica che ne segue determina la trasformazione di parte del fango in prodotti quali acqua, anidride carbonica e gas metano, con conseguente stabilizzazione.

La normativa vigente⁸² stabilisce che la fossa Imhoff effettua esclusivamente una depurazione di tipo primario⁸³. Questo significa che l'effluente da fossa Imhoff non può mai essere immesso in un corso d'acqua superficiale ma deve essere smaltito sul suolo o in sottosuolo a mezzo di subirrigazione, subirrigazione con drenaggio (terreni impermeabili), pozzi assorbenti.

Inoltre, dove l'ente locale lo permetta, l'effluente da fossa Imhoff potrà essere immesso in collettori fognari collegati ad Impianti di depurazione centralizzati.

Per il dimensionamento della fossa settica di tipo Imhoff ci si è basati su quanto prescritto dalla Circolare Ministeriale del 04/06/1986 per il contenuto minimo effettivo di liquami (**Tab. 48**).

To 10 inhabitants	Sedimentation room size	60 lt per inhabitant
	Digestion room size	200 lt per inhabitant
To 20 inhabitants	Sedimentation room size	55 lt per inhabitant
	Digestion room size	200 lt per inhabitant
To 30 inhabitants	Sedimentation room size	50 lt per inhabitant
	Digestion room size	200 lt per inhabitant
To 40 inhabitants	Sedimentation room size	50 lt per inhabitant
	Digestion room size	175 lt per inhabitant
To 60 inhabitants	Sedimentation room size	45 lt per inhabitant
	Digestion room size	150 lt per inhabitant
To 80 inhabitants	Sedimentation room size	40 lt per inhabitant
	Digestion room size	125 lt per inhabitant
To 100 inhabitants	Sedimentation room size	40 lt per inhabitant
	Digestion room size	120 lt per inhabitant

Tab. 48 – Tabella per il dimensionamento delle fosse settiche

Per il calcolo effettivo del volume necessario al trattamento delle acque reflue domestiche delle singole abitazioni si è fatto riferimento agli abitanti equivalenti (A.E.).

⁸² "Norme Tecniche generali sulla natura e consistenza degli impianti di smaltimento sul suolo o in sottosuolo di insediamenti civili – Allegato 5 – Delibera 04-02-1977 del Ministero dei Lavori Pubblici" e confermato dal Decreto Legislativo n.152 del 11-05-1999 – Allegato 5 – punto 3 "Indicazioni generali" (riguardante sistemi di smaltimento per scarichi di insediamenti civili provenienti da agglomerati con meno di n. 50 abitanti/equivalenti).

⁸³ Il valore del carico inquinante d'ingresso viene ridotto solo del 30-35 %

Il calcolo convenzionale prevede n. 1 A.E. per camera da letto con superficie fino a 14 mq, n. 2 A.E. per camera da letto con superficie superiore a 14 mq.

Nel caso delle abitazioni del progetto pilota si è considerato con buona approssimazione un numero di due abitanti ogni 50 mq di superficie utile residenziale (**Tab. 49**).

Building	Inhabitants	Living area	Equivalent Inhabitants	Sedimentation Room Size	Digestion Room Size	Tank Total Size
code	n.	m ²	n.	m ³	m ³	m ³
InA.b.01	12	448	17	1,020	3,400	4,420
InA.a.02	3	263	10	600	2,000	2,600
InA.b.03	0	151	6	360	1,200	1,560
InA.a.04	3	351	14	840	2,800	3,640
InA.a.05	2	80	3	180	600	780
InA.a.06	4	80	3	240	800	1,040
InB.a.01	4	119	4	240	800	1,040
InB.a.02	8	344	13	780	2,600	3,380
InB.a.03	5	830	33	1,980	6,600	8,580
InB.a.04	0	317	12	720	2,400	3,120
InB.a.05	1	302	12	720	2,400	3,120
InB.b.06	0	399	15	900	3,000	3,900
Si.b.02	7	389	15	900	3,000	3,900
Si.a.03	2	148	5	300	1,000	1,300
Si.b.04	1	168	6	360	1,200	1,560
Is.b.01	6	447	17	1,020	3,400	4,420
Is.b.02	4	228	9	540	1,800	2,340
Is.a.03	0	275	11	660	2,200	2,860
Is.a.04	3	146	5	300	1,000	1,300
Is.a.06	12	97	3	720	2,400	3,120
Is.b.07	5	99	3	300	1,000	1,300
Is.a.08	16	685	27	1,620	5,400	7,020
Is.a.10	4	518	20	1,200	4,000	5,200
Is.b.11	2	361	14	840	2,800	3,640
Is.b.12	0	162	6	360	1,200	1,560
Is.b.13	0	225	8	480	1,600	2,080
Is.b.14	0	137	5	300	1,000	1,300
Is.b.15	0	197	7	420	1,400	1,820
Is.a.16	5	483	19	1,140	3,800	4,940
Is.b.20	3	273	10	600	2,000	2,600
Is.b.21	4	401	16	960	3,200	4,160

Tab. 49 – Dimensionamento delle fosse settiche per abitazione

3 Ipotesi di trasferimento tecnologico per l'area pilota

Sintesi

Per sopperire alle carenze della rete infrastrutturale, nell'area del Progetto Pilota è stato selezionato un approccio tecnologico caratterizzato da un'impiantistica low-tech per il trattamento delle acque di scarico domestiche e dei rifiuti organici, rispondente ad esigenze economiche, quali il contenimento dei costi dell'intervento, gestionali, quali la semplicità di manutenzione e di esercizio, e di adattabilità dell'intervento al mutare delle condizioni al contorno e/o delle possibilità offerte dallo sviluppo tecnologico.

Basandosi sullo scenario denominato "WWG biogas" individuato dalla ricerca Infra-Free, si sono ipotizzati due interventi, riferiti rispettivamente alle costruzioni isolate e le costruzioni in insediamento, basati sull'utilizzo della biodigestione anaerobica per il trattamento delle acque di scarico ed i rifiuti organici prodotti dalle abitazioni. La biomassa immessa nel reattore anaerobico è integrata con sottoprodotti delle lavorazioni agricole, realizzando una maggiore efficienza nella produzione di biogas ad uso delle singole abitazioni e un innesco ad un processo di integrazione del sistema agricolo con quello residenziale e di riequilibrio delle esternalità che l'uno scarica sull'altro. Le acque chiarificate effluenti dai reattori anaerobici e le eventuali acque grigie separate preventivamente provenienti dalle abitazioni subiscono poi un ulteriore trattamento per mezzo di ecosistemi umidi artificiali che realizzano al contempo la riqualificazione degli spazi aperti privati e delle fasce fluviali in cui sono impiantati rappresentando per queste ultime anche un'importante occasione di messa in sicurezza rispetto al rischio idrogeologico.

In un'ottica di impiego di potenzialità già presenti nell'area pilota, la ricerca ha valutato l'attitudine delle fosse settiche esistenti ad essere convertite in biodigestori compatti. La stima, del biogas producibile è stata fatta sulla base di dati sperimentali, ipotizzando l'utilizzo delle differenti tipologie di digestione anaerobica "wet" e "dry" e lo sfruttamento di biomasse omogenee, riferendo poi i dati stimati alla realtà insediativa dell'area pilota.

Le ipotesi di intervento proposte e valutate costituiscono infine un'importante occasione di rilettura e riformulazione del Parco Agricolo che, non riconsiderato nelle sue scelte strategiche, viene colto come occasione gestionale e momento di integrazione del sistema naturale e agricolo produttivo e del sistema insediativo residenziale, necessaria affinché una prospettiva qualificativa Infra-Free si sostanzi.

In the Pilot Project's area, low-tech systems treating domestic wastewater and organic waste have been selected to overcome the shortcomings of infrastructure network. The low-tech choice has been made in order to fit economic needs, such as implementation cost savings, management needs, such as easy maintenance and operation, and flexibility to be updated according to changing conditions and / or opportunities offered by technological innovation. The research investigates two possible actions, based on the IF scenario called "biogas WWG". The first refers to isolated buildings and the second to building settlements. The two scenarios are based on the use of anaerobic biodigestion treatment of wastewater and organic waste produced by households. The biomass input in anaerobic reactors is integrated with byproducts from agricultural processes, in order to gain greater efficiency in the production of biogas for individual households utilization, and trigger an integration process between agricultural system and residential system, this way reestablishing a balance between the two systems. The clarified

water effluent from the anaerobic reactors and any previously separated gray water from households are then further processed by artificial wetlands that enhance private open spaces and natural streams too. Artificial wetlands perform also an effective action in preventing hydrological risk.

In order to use the potential already present in the pilot area, the study assesses the ability of existing septic tanks to be converted into compact biodigesters. The evaluation of produced biogas has been made on the basis of experimental data which assume different "wet" and "dry" anaerobic digestion processes and homogeneous input biomasses. Then the output data have been referred to the settlements in the pilot area.

The proposed Pilot Project becomes also an important opportunity for a reinterpretation and a reformulation of the Agricultural Park, which is not reassessed in its strategic choices, but is caught as a framework in which it is possible to manage and integrate the natural and agricultural system and the house system following an Infra-Free approach.

3.1. Le tecnologie per la qualificazione degli insediamenti abusivi

Nel caso studio dell'area periurbana del Comune di Giffoni Sei Casali, la biodigestione anaerobica e gli ecosistemi umidi artificiali troverebbero la loro occasione di applicazione in primo luogo quale risposta adeguata, sostenibile ed economica alla necessità primaria del trattamento delle acque reflue degli insediamenti abusivi. L'assenza di scarichi industriali, con il conseguente possibile contenuto di quantità nocive di contaminanti quali metalli pesanti, organocloridi, ecc., rende possibili ipotesi semplici ed economiche di trattamento e smaltimento che prevedano il riutilizzo eventuale dei fanghi come risorsa all'interno del ciclo di funzionamento del sistema abitativo.

Negli impianti di depurazione high-tech c'è il rischio del calo nel tempo delle prestazioni per effetto della scarsa manutenzione, della carenza di attrezzature e dell'inadeguata supervisione tecnica. Di contro la tecnologia low-tech della biodigestione anaerobica e degli ecosistemi umidi artificiali, non necessitando di operatori qualificati, ne consente l'utilizzo, la manutenzione e la gestione da parte delle stesse comunità, attuando un'utile mobilitazione e partecipazione degli abitanti come attualmente già accade nelle esperienze di impiego di tali sistemi in paesi in via di sviluppo.

Inoltre gli ecosistemi umidi artificiali correttamente progettati, contribuiscono in maniera significativa a migliorare la sostenibilità ambientale degli insediamenti umani e dei territori circostanti con la creazione di cinture di verde e fasce di vegetazione (utilizzabili a scopo produttivo, alimentare o ricreativo) caratterizzate da spiccata biodiversità e generatrici di importanti ricadute ambientali quali la riqualificazione di paesaggi rurali e di ecosistemi compromessi dall'intervento antropico.

3.1.1. La biodigestione anaerobica

La digestione anaerobica è un processo naturale in cui la biomassa è consumata da micro-organismi in assenza di ossigeno. Da questo processo si ricava energia sotto forma di biogas, e un substrato digerito utilizzabile come fertilizzante sicuro e biologicamente stabilizzato. La

chimica e la biologia di questo processo possono essere aidate dal rimescolamento, dal riscaldamento e dall'immissione di inoculi nella miscela all'interno di un serbatoio sigillato⁸⁴.

Durante la digestione anaerobica il carbonio nella materia prima subisce due transizioni: dalla biomassa agli acidi (acidogenesi) e dagli acidi al gas (metanogenesi). A volte sono utilizzati due serbatoi per separare questi processi, e anche solo il primo può essere sfruttato autonomamente per la generazione di acidi utili alla produzione di compost.

Il biogas prodotto, composto all'incirca dal 60% di metano, dal 39% di biossido di carbonio, e da piccole quantità di vapore acqueo, acido solfidrico, e gas di ammoniaca, può essere bruciato così come è oppure essere raffinato allo scopo di ottenere metano al 99%, identico al gas naturale, e quindi come tale utilizzabile.

Il digestato caratterizzato dall'alto contenuto di azoto, fosforo, potassio e sostanze nutritive può essere usato come un fertilizzante di ottima qualità.

Il processo di digestione anaerobica era sfruttato già centinaia, forse migliaia di anni fa da cinesi, assiri e persiani allo scopo di produrre biogas e fertilizzante. In tempi più recenti, nel XIX secolo, il biogas prodotto da acque reflue era utilizzato per illuminare le strade di Exeter in Inghilterra e dalla fine del XX secolo il biogas è utilizzato come carburante da centinaia di veicoli in Svezia e come gas da cucina in milioni di case in India⁸⁵.

I benefici della digestione anaerobica sono conosciuti e ampiamente documentati. Sia valutazioni del ciclo di vita che analisi costi/benefici hanno dimostrato come la digestione anaerobica sia il metodo migliore per il trattamento dei rifiuti domestici⁸⁶, una tecnologia ideale per il trattamento integrato delle acque reflue e dei rifiuti organici solidi delle cucine⁸⁷ e per ridurre le emissioni di gas serra⁸⁸.

3.1.1.1. Criteri di classificazione dei processi di biodigestione anaerobica

I diversi processi presenti sul mercato si differenziano sia sulla base di parametri operativi, quali carico organico applicato, tempi di ritenzione e temperatura; sia sulla base delle rese di processo, quali produzione specifica di biogas, velocità di produzione di biogas e riduzione della sostanza volatile contenuta nel rifiuto trattato.

La scelta dell'uno o dell'altro dei processi possibili e delle diverse configurazioni impiantistiche dipende essenzialmente dalle caratteristiche del substrato da trattare⁸⁹.

⁸⁴ FRY, L. J., MERRILL, R., 1973, e HOUSE, D. W., 2006, in GELL, K., 2008, *Review of Small Scale, Community Biogas in the Industrialized World*. Mimeo, Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

⁸⁵ TIETJEN, C., 1975; HARRIS, P., 2008; SJÖHOLM, S. G., 2008 in GELL, K., 2008, *Review of Small Scale, Community Biogas in the Industrialized World*. Mimeo, Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

⁸⁶ EDELMANN, W., BAIER, U., et al., 2005; HOGG, D., GIBBS, A., et al. 2007, in GELL, K., 2008, *Review of Small Scale, Community Biogas in the Industrialized World*. Mimeo, Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

⁸⁷ Cfr. ZEEMAN, G., KUJAWA, K., et al. 2008, in GELL, K., 2008, *Review of Small Scale, Community Biogas in the Industrialized World*. Mimeo, Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

⁸⁸ Cfr. FRIGON, J. C., GUIOT, S. R., 2005, in GELL, K., 2008, *Review of Small Scale, Community Biogas in the Industrialized World*. Mimeo, Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

⁸⁹ VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore, pagg. 106 – 127.

- Classificazione secondo il regime termico:
 - Psicrofilia (20°C) (poco utilizzato industrialmente);
 - Mesofilia (35-37°C);
 - Termofilia (55°C);
 - Estrema termofilia (65-70°C non impiegata industrialmente).
- Classificazione secondo il contenuto di solidi nel reattore:
 - Processo umido ("wet" - 5-8% di solidi totali);
 - Processo semi-secco ("semi-dry" - 8-20% di solidi totali);
 - Processo secco ("dry" - solidi totali > 20%).
- Classificazione per fasi biologiche:
 - Unica: l'intera catena di processi biochimici è mantenuta in un singolo reattore;
 - Separate: le fasi idrolitica e fermentativa (acidogenica) sono separate da quella metanogenica.
- Classificazione per modalità operativa:
 - Reattore continuo miscelato o con flusso a pistone (pluf-flow);
 - Reattore batch (o discontinuo).

I progetti più comuni e semplici di digestori, impiegati soprattutto in paesi in via di sviluppo, prevedono un coperchio flottante (galleggiante) o una membrana estensibile (a pallone, gonfiabile) per trattenere il biogas, a chiusura di una cisterna o un cilindro verticale in mattoni di argilla mista, in acciaio o calcestruzzo in cui l'acqua fluisce dall'alto depositando sul fondo i residui solidi sotto forma di sedimenti. Tale substrato può essere sottoposto ad un ciclo di pastorizzazione allo scopo di ridurre il contenuto di patogeni.⁹⁰

In un digestore miscelato ed efficiente, dove l'efficienza dipende in larga misura dalla temperatura e dall'adeguatezza microbica, la biomassa rimane nel reattore da uno a diciassette giorni oppure da diciassette a cinquanta giorni (tempo di ritenzione). Lasciando le altre grandezze invariate, la dimensione del serbatoio è direttamente proporzionale al contributo di biomassa. La produzione di energia è proporzionale al contributo di biomassa e dipende naturalmente anche dal contenuto energetico della materia prima, che può oscillare dai 1700 kWh/t di solidi totali del letame e i 9400 kWh/t di solidi totali dei lipidi.

Nel condurre la classificazione dei differenti processi di digestione anaerobica da valutare nelle ipotesi di applicazione per il Progetto Pilota, si è scelto in una prima ipotesi semplificativa di considerare i soli processi ad una fase distinta sulla base della concentrazione di solidi che caratterizza il rifiuto organico trattato, differenziando quindi i processi "wet", i processi "semi-dry", i processi "dry" e i processi "batch", tipologia quest'ultima più complessa e sperimentata maggiormente solo di recente e caratterizzata da un alto contenuto di materia solida (25% o più), trascurando la tipologia a substrato di liquami, caratterizzata da un contenuto di solidi

⁹⁰ Recenti progetti realizzati in paesi industrializzati sono stati descritti e pubblicati da Juniper Inc. Per altre pubblicazioni riguardanti unità realizzate nei paesi in via di sviluppo confronta:

BUREN, A. V., 1998. *A Chinese Biogas Manual: Popularising Technology in the Countryside*. Rugby, UK: Practical Action.

WELLINGER, A., 1999. *Process design of agricultural digesters*. Ettenhausen, Switzerland: Nova Energie GmbH.

HOUSE, D. W., 2006. *The Complete Biogas Handbook*. 3ª ed. House Press.

molto basso (meno del 2%) e che quindi richiede ingenti volumi dei reattori e grosso consumo di acqua.

I processi a due fasi presentano vantaggi nelle rese ottimizzate in termini di degradazione della sostanza biodegradabile e di produzione di biogas⁹¹ ma l'esperienza ha mostrato che molto spesso tali sistemi a due fasi non consentono incrementi delle rese, in termini di produzione di biogas, tali da giustificare i maggiori costi di investimento e di gestione. Il maggiore vantaggio consiste piuttosto nella capacità di trattare alcuni tipi particolari di rifiuto organico che vengono in genere evitati nei sistemi a fase unica, quali ad esempio residui agroindustriali o zootecnici che presentano rapporti $C/N < 20$, rifiuti comunque non considerati nelle ipotesi di progetto.

Nei processi di tipo "wet" il rifiuto di partenza viene opportunamente trattato e diluito al fine di raggiungere un tenore in solidi totali inferiore al 10% attraverso il ricorso a diluizione con acqua così da poter utilizzare un classico reattore completamente miscelato del tipo applicato nella stabilizzazione dei fanghi biologici negli impianti di depurazione. Nei processi a scala industriale si prevede una fase di pre-trattamento del rifiuto, finalizzata alla rimozione di plastiche ed inerti (vetro, metalli, sassi) e di corpi grossolani che potrebbero danneggiare gli organi meccanici del reattore. La fase di pre-trattamento nelle ipotesi del progetto pilota non sarebbe necessaria in quanto il reattore riceverebbe solamente rifiuti organici provenienti dalle singole abitazioni. Una seconda fase prevede la diluizione tramite aggiunta di acqua di rete o dal parziale ricircolo dell'effluente del reattore.

A causa delle caratteristiche dei rifiuti trattati spesso non è possibile ottenere una miscela omogenea e pertanto si osserveranno, all'interno del reattore, tre fasi separate caratterizzate da distinte densità. La frazione più pesante tenderà ad accumularsi sul fondo del reattore e può determinare danni nel sistema di miscelazione se il rifiuto trattato non è sufficientemente pulito, mentre materiali leggeri e schiume si accumulano nella parte superiore del reattore. La fase a densità intermedia è quella in cui avvengono per lo più le effettive reazioni di degradazione e produzione del biogas. Nella gestione dell'impianto sono generalmente previsti saltuari fermo-impianto per la rimozione sia dello strato pesante, presente sul fondo del reattore, che di quello leggero. Uno dei problemi che può essere connesso con la digestione anaerobica ad umido consiste nella corto-circuitazione idraulica del reattore: cioè, il flusso di materiale entrante, non perfettamente miscelato con il materiale già presente nel reattore, fuoriesce con tempi di ritenzione ridotti rispetto a quelli previsti da progetto. Ciò può provocare sia una minore degradazione del substrato trattato che problemi di igienizzazione dei fanghi effluenti. Per quest'ultimo motivo alcuni brevetti prevedono una fase di pastorizzazione dell'effluente dal reattore di digestione.

Nella tabella seguente (**Tab. 50**) sono sintetizzati i vantaggi e gli svantaggi della tipologia di processo di digestione anaerobica appena esposta.

⁹¹ GHOSH, S., et al., in VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

Criteri di valutazione	Vantaggi	Svantaggi
Tecnologico	Buona conoscenza ed esperienza del processo; Applicabilità in co-digestione con rifiuti liquidi ad alto contenuto in sostanza organica;	Corto-circuitazione idraulica; Fasi separate di materiale galleggiante e pesante; Abrasione delle parti meccaniche dovuta alla presenza di sabbie ed inerti; Complessi pre-trattamenti di preparazione del rifiuto.
Biologico	Diluizione dei picchi di concentrazione di substrato e/ o sostanze tossiche influenti nel reattore;	Forte sensibilità ad eventuali shock per la presenza di sostanze inibitorie e carichi organici variabili che entrano in contatto intimo con la biomassa; Perdita di sostanza volatile biodegradabile nel corso dei pre-trattamenti;
Economico ed ambientale	Spese ridotte per i sistemi di pompaggio e miscelazione, ampiamente diffusi sul mercato.	Eventuali costi di investimento a causa degli equipaggiamenti utilizzati per i pre-trattamenti e per i volumi dei reattori; Produzioni di elevate quantità di acque di processo.

Tab. 50 – Vantaggi e svantaggi della tipologia di processo di digestione anaerobica di tipo "wet"⁹²

Con riferimento alle tipiche caratteristiche di processo, i processi "wet" operano generalmente con carichi organici piuttosto contenuti, inferiori a kgSV/m³giorno, generalmente nell'intervallo 2-4 kgSV/m³giorno. Non è attualmente chiaro ancora quale sia il fenomeno che limita la possibilità di applicare carichi maggiori nei processi ad umido.

Qualora i digestori vengano alimentati con carichi organici superiori si osserva subito una diminuzione nella produzione del biogas. Per contro, occorre evidenziare che la situazione può essere facilmente ricondotta alla normalità per semplice aggiunta di acqua e conseguente diluizione⁹³.

Nella tabella seguente (**Tab. 51**) sono riportati i dati medi di processo della tipologia di processo "wet".

⁹² La tabella è tratta da VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore, p. 109.

⁹³ NORDBERG, A., et al., 1992, in VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

Parametri di processo		Intervallo
Solido di rifiuto trattato	%TS	10, fino al 15
Carico organico	kgSV/m ³ d	2-4, fino a 6
Tempo di ritenzione idraulica	d	10-15, fino a 30
Rese del processo		
Produzione biogas	m ³ /t rifiuto	100-150
Produzione specifica di biogas	m ³ /kgSV	0,4-0,5
Velocità di produzione di biogas	m ³ /m ³ d	5-6
Contenuto di metano	%CH ₄	50-70
Riduzione della sostanza volatile	%	50-60, fino a 75

Tab. 51 – Processo "wet": dati di processo⁹⁴

Nel caso di processo semi-dry il contenuto di sostanza solida che caratterizza il rifiuto trattato si pone nell'intervallo intermedio rispetto ai processi wet e dry: opera infatti con rifiuti con un contenuto in solidi del 15-20%. Dal punto di vista impiantistico la soluzione adottata è quella di un reattore miscelato che può operare tanto in regime mesofilo che termofilo⁹⁵.

Nel caso in cui il reattore operi con rifiuti organici derivanti da raccolta differenziata con un elevato contenuto di sostanza solida e derivanti dalla separazione meccanica di RSU indifferenziato, è necessario procedere ad un pre-trattamento di pulizia del rifiuto spinto e poi a diluizione del rifiuto con acqua. Lo schema di pre-trattamento può essere complesso e comportare quindi la perdita di parte del materiale organico biodegradabile.

Anche in questo processo, come nei processi di tipo wet, si osserva la formazione di tre fasi distinte all'interno del reattore, anche se il fenomeno è meno accentuato. Sarà comunque necessario prevedere di tanto in tanto, allo svuotamento e la pulizia del fondo del reattore.

Il sistema di miscelazione è generalmente garantito da miscelatori meccanici che possono essere inoltre coadiuvati da lance a gas che provvedono a ricircolare il biogas prodotto per incrementare l'efficienza di miscelazione⁹⁶. Può essere inoltre previsto il ricircolo del materiale presente nel digestore inviato alla caldaia e poi re - immesso nei digestori⁹⁷.

Il vantaggio economico di questo tipo di processo consiste nella possibilità di ricorrere a mezzi di pompaggio e miscelazione ampiamente diffusi sul mercato e quindi disponibili a basso costo. Una pre-trattamento è prevista solo se il rifiuto viene conferito tal quale all'impianto e quindi necessita di una fase di rimozione degli inerti e dei materiali che potrebbero danneggiare l'impianto. Come per i processi di tipo "wet" talvolta risulta necessario diluire i rifiuti organici con concentrazione di sostanza secca superiore al 20-25% TS.

La necessità di aumentare i volumi trattati con acqua determina maggiori spese per il riscaldamento del flusso entrante e per il mantenimento del reattore alla temperatura

⁹⁴ La tabella è tratta da VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore, p. 110.

⁹⁵ CECCHI, F., et al., 1991, 1993, in VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

⁹⁶ COZZOLINO, C., et al., 1992, in VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

⁹⁷ FARNETI, A., et al., 1999, in VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

desiderata. L'esperienza mostra però che l'energia ed il calore prodotti dalla combustione del biogas sono comunque più che sufficienti all'autosostentamento energetico del reattore. Nella tabella seguente (**Tab. 52**) sono sintetizzati i vantaggi e gli svantaggi della tipologia di processo di digestione anaerobica appena esposta.

Criteri di valutazione	Vantaggi	Svantaggi
Tecnologico	Semplicità dei sistemi di pompaggio e miscelazione; Possibilità di trattare il rifiuto da raccolta differenziata senza particolari pre-trattamenti;	Accumulo di materiali inerti sul fondo del reattore e necessità di scaricarli; Abrasione delle parti meccaniche dovuta alla presenza di sabbie ed inerti; Complessi pre-trattamenti per RSU indifferenziato;
Biologico	Diluizione dei picchi di concentrazione di substrato e/ o sostanze tossiche influenti nel reattore;	Sensibilità ad eventuali shock per la presenza di sostanze inibitorie e carichi organici; Perdita di sostanza volatile biodegradabile nel corso dei pre-trattamenti del rifiuto indifferenziato;
Economico ed ambientale	Spese ridotte per i sistemi di pompaggio e miscelazione, ampiamente diffusi sul mercato.	Eventuali costi di investimento a causa degli equipaggiamenti utilizzati per i pre-trattamenti e per i volumi dei reattori; Produzioni di elevate quantità di acque di processo.

Tab. 52 - Vantaggi e svantaggi della tipologia di processo di digestione anaerobica di tipo "semi-dry"⁹⁸

Nella digestione semi-dry anche il regime termico gioca un ruolo significativo. Si è evidenziato in particolare come, a parità di carico organico applicato e di tempo di ritenzione idraulico, il passaggio da regimi mesofili a quelli termofili consentisse di incrementare notevolmente le rese in termini di biogas prodotto da 0,2 a 0,4 m³/kgSVd ed una riduzione della sostanza volatile dal 20 al 50%⁹⁹.

Nella tabella seguente (**Tab. 53**) sono riportati i dati medi di processo della tipologia di processo "semi-dry".

Parametri di processo		Intervallo
Solido di rifiuto trattato	%TS	15-20, fino al 25
Carico organico	kgSV/m ³ d	8-2, fino a 18 in termofilia
Tempo di ritenzione idraulica	d	10-15

⁹⁸ La tabella è tratta da VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore, p. 112.

⁹⁹ CECCHI, F., et al., 1991, 1993; Pavani e Bolzanella, 1998, in VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

Rese del processo		
Produzione biogas	m ³ /t rifiuto	100-150
Produzione specifica di biogas	m ³ /kgSV	0,3-0,5
Velocità di produzione di biogas	m ³ /m ³ d	3-6
Contenuto di metano	%CH ₄	55-60
Riduzione della sostanza volatile	%	40-50, fino a 60

Tab. 53 - Processo "semi-dry": dati di processo¹⁰⁰

Nei processi dry il tenore in solidi del rifiuto alimentato al digestore è generalmente nell'intervallo 25-40% e pertanto solamente particolari rifiuti con elevato tenore di solidi (>50%) necessitano di essere diluiti con acqua per poter essere convenientemente trattati¹⁰¹. Ciò non comporta significative variazioni dal punto di vista biochimico e microbiologico nel processo anaerobico ma determina la necessità di una completa revisione dei metodi di trattamento per quanto concerne la tecnologia dei reattori. Sono infatti necessari particolari metodi di pompaggio e miscelazione poiché il materiale necessita di essere trasportato con nastri e pompato attraverso il ricorso a speciali pompe appositamente progettate per operare con flussi molto viscosi. Ciò incide sui costi di realizzazione di questo tipo di impianti. Questi sistemi sono in grado di resistere ai possibili problemi di inceppamento o danni causati da inerti. L'unico pre-trattamento richiesto è una preliminare vagliatura al fine di rimuovere il materiale con dimensioni superiori ai 40 mm. Dal momento che i pre-trattamenti sono limitati non si osserva perdita di materiale organico biodegradabile come può invece avvenire nel corso dei pre-trattamenti per materiale da trattare con processi wet e semi-dry.

Nelle applicazioni a scala industriale questo tipo di sistemi ha fallito nella possibilità di trattare rifiuto pressoché indifferenziato a causa di una scarsa efficienza imputabile ai continui fermo impianto¹⁰².

Di fatto però essi lavorano al meglio con biomasse quali FORSU (Frazione Organica del Rifiuto Solido Urbano) da raccolta separata o alla fonte eventualmente integrata con matrici di rifiuto (ad es. verde da manutenzione di aree pubbliche o da sfalcio) al fine di ottenere tenori in solidi nell'alimentazione superiori al 25% di sostanza secca, ipotesi quest'ultima molto vicina a quanto valutato nel caso del Progetto Pilota per Giffoni.

A causa della elevata densità e viscosità dei flussi trattati i reattori per il trattamento dry non sono del tipo completamente miscelato (CSTR) ma con flusso parzialmente o totalmente a pistone (plug-flow): ciò rende i reattori più semplici dal punto di vista meccanico ma comporta problemi di miscelazione tra il rifiuto organico fresco e la biomassa fermentante. La risoluzione di questo problema è fondamentale per evitare fenomeni localizzati di sovraccarico organico ed eventualmente acidificazione che porterebbe ad inibizione del processo metanigeno.

Il fatto di operare con flussi molto densi porta inoltre al superamento del problema delle suddivisioni di tre fasi distinti all'interno del reattore, come invece poteva avvenire nei processi wet e semidry.

¹⁰⁰ La tabella è tratta da VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore, p. 113.

¹⁰¹ OLESKIEWICZ, J., POGGI-VARALDO, 1997, in VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

¹⁰² DE BAERE, L., 2006; EDELMANN, W., ENGELI, H., 2005, in VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

Dal punto di vista economico si evidenzia come nel caso dei processi di tipo dry gli elevati costi di investimento iniziale sono dovuti alla necessità di dotarsi di sistemi di trasporto e pompaggio del rifiuto organico da trattare che siano particolarmente resistenti e tecnologicamente avanzati. Per contro, operando con rifiuti ad elevata concentrazione di sostanza solida, non sono necessari pre-trattamenti particolarmente raffinati ed i volumi dei reattori necessari sono ridotti: quindi le spese di costruzione dei reattori sono minori rispetto ai processi wet e semi-dry. La ridotta dimensione del reattore si ripercuote poi favorevolmente in fase di esercizio sul bilancio energetico del reattore, in quanto è necessario riscaldare una minore quantità del rifiuto da trattare. Una differenza fondamentale tra i processi di tipo dry e quelli di tipo wet e semi-dry consiste nel ridotto utilizzo, nel caso di processi dry, di acqua per la diluizione dei rifiuti. Ne consegue che la quantità di acqua di scarico sarà ridotta.

Nella tabella seguente (**Tab. 54**) sono sintetizzati i vantaggi e gli svantaggi della tipologia di processo di digestione anaerobica appena esposta.

Criteri di valutazione	Vantaggi	Svantaggi
Tecnologico	Nessun bisogno di miscelatori interni al reattore; Robustezza e resistenza ad inerti pesanti e plastiche; Nessuna corto circuitazione idraulica;	Rifiuti con basso tenore di sostanza solida (<20% TS) non possono essere trattati da soli;
Biologico	Bassa perdita di sostanza organica biodegradabile nei pre-trattamenti; Elevati OLR (carichi organici applicati ai reattori) applicabili; Resistenza a picchi di concentrazione di substrato o sostanze tossiche;	Minima possibilità di diluire sostanze inibitorie e carichi organici eccessivi con acqua fresca;
Economico ed ambientale	Pre-trattamenti minimi e più economici; Ridotti volumi dei reattori; Ridotto utilizzo di acqua fresca; Minime richieste di riscaldamento del reattore.	Elevati costi di investimento a causa degli equipaggiamenti utilizzati per il trattamento.

Tab. 54 - Vantaggi e svantaggi della tipologia di processo di digestione anaerobica di tipo "dry"¹⁰³

Nella tabella seguente (**Tab. 55**) sono riportati i dati medi di processo della tipologia di processo "semi-dry".

¹⁰³ La tabella è tratta da VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore, p. 116.

Parametro di processo		Intervallo
Solido di rifiuto trattato	%TS	25-40
Carico organico	kgSV/m ³ d	8-10
Tempo di ritenzione idraulica	d	25-30
Rese del processo		
Produzione biogas	m ³ /t rifiuto	90-150
Produzione specifica di biogas	m ³ /kgSV	0,2-0,3
Velocità di produzione di biogas	m ³ /m ³ d	2-3
Contenuto di metano	%CH ₄	50-60
Riduzione della sostanza volatile	%	50-70

Tab. 55 - Processo "dry": dati di processo¹⁰⁴

Particolare tipologia di processo "dry" è il batch. Nei processi batch il reattore viene riempito con materiale organico ad elevato tenore di sostanza solida (30-40% TS), in presenza o meno di inoculo, e viene lasciato fermentare. Il percolato che si produce durante il processo degradativo viene quindi continuamente ricircolato. La temperatura del processo risulta elevata. Attualmente i processi batch non sono diffusi sul mercato ma data la loro economicità e semplicità potrebbero in futuro trovare applicazione¹⁰⁵.

Il processo opera di per se stesso per fasi successive. Si ha dapprima una fase idrolitica ed acidogena, seguita da una fase in cui gli acidi grassi volatili vengono trasformati in metano.

Nel reattore batch con ricircolo del percolato il percolato viene ricircolato in testa al reattore. I processi batch hanno dimostrato di poter operare stabilmente con carichi organici nell'intervallo 3-5 kgVS/m³d tanto in regime mesofilo che termofilo con produzioni di biogas di circa 70 m³/ton di rifiuto. Nel caso di operazioni batch di tipo sequenziale condotte in regime termofilo con OLR di 3,2 kgVS/m³d è stato possibile verificare produzioni di biogas nettamente maggiori¹⁰⁶.

Nella tabella seguente (**Tab. 56**) sono sintetizzati i vantaggi e gli svantaggi della tipologia di processo di digestione anaerobica appena esposta.

¹⁰⁴ La tabella è tratta da VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore, 117.

¹⁰⁵ OUEDRAUGO, A., 1999, in VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

¹⁰⁶ SILVEY, P., et al, 1999, in VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

Criteri di valutazione	Vantaggi	Svantaggi
Tecnologico	Tecnologicamente semplice; Robusto;	Può subire intasamenti; Necessità di bulking agent; Rischi di esplosività durante la fase di caricamento del reattore;
Biologico	Affidabilità del processo;	Rese di biogas ridotte a causa dell'incanalamento nel corpo del reattore; Minimi OLR applicabili;
Economico ed ambientale	Economico; Applicabile in paesi in via di sviluppo; Ridotto utilizzo di acqua.	Elevata necessità di superficie (confrontabile con il compostaggio).

Tab. 56 - Processo "batch": dati di processo¹⁰⁷

3.1.1.2. Grandi progetti comunitari nel mondo industrializzato

I progetti per il biogas nel mondo sviluppato sono in genere di grandi dimensioni. In Germania la media di impianti installati è passata dai 50 kW del 1999 ai 330 kW nel 2002¹⁰⁸. Gran parte dei digestori in Europa sono "on-farm", per la digestione di letame e/o biomassa agricola, oppure per il trattamento centralizzato delle acque reflue, dei prodotti alimentari, industriali, e/o dei rifiuti urbani¹⁰⁹.

Sistemi on-farm di solito prevedono il trattamento di grandi quantità di letame, e richiedono meno pianificazione e regolamentazione, ma al contempo sono poco redditizi per le scarse agevolazioni fiscali destinate agli impianti di maggiori dimensioni.

I sistemi centralizzati comportano il trattamento di una combinazione di rifiuti industriali, fanghi fognari e rifiuti alimentari urbani. La Germania e la Danimarca continuano ad essere leader del mondo in questo campo e alcuni esempi di digestori per i rifiuti solidi urbani (RSU)¹¹⁰ forniscono una serie di dati che evidenziano la convenienza di digestori di grandi dimensioni (100.000 t/anno).

La tendenza nel settore di utilizzo di biogas nella maggior parte del mondo industrializzato va verso la produzione di metano di qualità e combustibile per veicoli, mentre nel Regno Unito è verso la produzione di energia elettrica grazie ai nuovi incentivi governativi¹¹¹. Proprio nel Regno Unito norme standard per l'uso agricolo del digestato sono attualmente in fase di elaborazione

¹⁰⁷ La tabella è tratta da VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore, 124.

¹⁰⁸ WELLINGER, A., 2005, ⁱⁿ GELL, K., 2008, *Review of Small Scale, Community Biogas in the Industrialized World*. Mimeo, Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

¹⁰⁹ NICHOLS, C., E., 2004, ⁱⁿ GELL, K., 2008, *Review of Small Scale, Community Biogas in the Industrialized World*. Mimeo, Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

¹¹⁰ RISE-AT, 1998, ⁱⁿ GELL, K., 2008, *Review of Small Scale, Community Biogas in the Industrialized World*. Mimeo, Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

¹¹¹ SCHWAGER, J., 2008, ⁱⁿ GELL, K., 2008, *Review of Small Scale, Community Biogas in the Industrialized World*. Mimeo, Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

con lo scopo di consentire la classificazione del digestato come un prodotto di qualità piuttosto che come rifiuto. Altre norme, come la Energy White Paper del Regno Unito e la strategia tematica UE per la prevenzione e il riciclo dei rifiuti, la direttiva sulle discariche forniscono un sostegno concreto ai progetti di biogas¹¹².

3.1.1.3. I biodigestori anaerobici compatti

Gli impianti di piccole dimensioni per la digestione anaerobica dei rifiuti organici e delle acque reflue vedono una larga diffusione in molti paesi in via di sviluppo mentre al contrario sono poco comuni nei paesi industrializzati, dove valutazioni costi-benefici ne fanno considerare l'utilizzo poco conveniente rispetto ad impianti di maggiori dimensioni, i soli in genere regolamentati e incentivati¹¹³. Tuttavia la previsione di una sempre maggiore scarsità e costo dell'energia rende la possibilità di trattamento dei rifiuti e la produzione di energia a livello locale sempre più attraenti, soprattutto se ciò avviene attraverso tecnologie che utilizzano la digestione anaerobica, considerata tra le più sostenibili e in grado di offrire autosufficienza e benefici alle comunità¹¹⁴.

Segnali di un sempre maggiore interesse dei paesi industrializzati per tipologie compatte di digestori vengono dal Regno Unito dove la domanda di questo tipo di impianti è in continua crescita; incentivi, come ad esempio la direttiva sulle discariche, i crediti per le emissioni di gas serra e i Renewable Obligation Credits per le energie rinnovabili, migliorano le prospettive di impiego dei piccoli digestori anaerobici, anche se attualmente il mercato e l'economia legati alle tecnologie per la digestione anaerobica nel Regno Unito sono ancora ostacolati dalle regolamentazioni restrittive esistenti sulla natura delle materie prime sfruttabili¹¹⁵.

Lo studio condotto dal CCN (Community Composting Network) in Inghilterra sulle possibilità di utilizzo di biodigestori compatti della capacità di 1 m³ per il trattamento decentralizzato di diversi tipi di rifiuti organici prodotti da singole abitazioni¹¹⁶, è solo una fra le ricerche che testimoniano il crescente interesse per questo tipo di tecnologia applicata ad una scala ridotta.

3.1.1.4. Normativa italiana di riferimento per la biodigestione anaerobica

La normativa italiana¹¹⁷ di gestione delle biomasse per il recupero energetico in impianti di digestione anaerobica è alquanto articolata e complessa.

Oltre alle normative locali relative al rilascio di concessioni edilizie, permessi dei VVFF, allacciamenti alle reti di servizio pubblico, ecc., occorre rifarsi alle seguenti disposizioni nazionali o regionali:

¹¹² HOLLIDAY, L., 2005, in GELL, K., 2008, *Review of Small Scale, Community Biogas in the Industrialized World*. Mimeo, Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

¹¹³ Esistono milioni di digestori umidi di piccole dimensioni (meno di 50 t/anno) in uso in fattorie in paesi in via di sviluppo come la Cina, mentre migliaia di digestori di dimensioni molto maggiori (oltre 1000 t/anno) esistono nei paesi sviluppati.

¹¹⁴ LETTINGA, G., 2008. "Towards feasible and sustainable environmental protection for all". *Aquatic Ecosystem Health & Management* 11 (1), 116-124.

¹¹⁵ SCHWAGER, J., 2008, in GELL, K., 2008, *Review of Small Scale, Community Biogas in the Industrialized World*. Mimeo, Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

¹¹⁶ LETTINGA ASSOCIATES FOUNDATION, 2009. *Development of decentralised anaerobic digestion systems for application in the UK, Phase 1 – Final report*. Mimeo.

¹¹⁷ VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

- Parte Quarta (Rifiuti) e Quinta (Emissioni in atmosfera) del D.Lgs. 152/06 (Testo Unico Ambientale – TUA);
- D.Lgs. 387/03, per quanto concerne le fasi di costruzione e gestione degli impianti per la produzione di biogas destinato alla conversione in energia elettrica;
- Normative regionali di recepimento del DM 07.04.06 (ex art. 38 del D.Lgs. 152/99), Parte Quarta del TUA, per quanto riguarda la disciplina del trasporto;
- Per quanto concerne, infine, l'uso agronomico del digestato occorre fare riferimento, a seconda delle matrici avviate alla digestione anaerobica, ancora una volta alla Parte Quarta del TUA, al DM 07.04.06 e, nel caso siano interessati fanghi di depurazione, al D.Lgs. 99/92 e/o alle norme regionali di recepimento del medesimo.

Nel caso poi di avvio alla digestione anaerobica di sottoprodotti di origine animale, diversi dallo stallatico, dal latte e dal contenuto del tubo digerente separato da quest'ultimo, si dovrà prestare molta attenzione al Regolamento CE 1774/2002 e successive modifiche e integrazioni che introduce una disciplina di carattere sanitario cui è obbligatorio conformarsi.

Il D.Lgs. 152/06, relativamente alla Parte Quarta e Quinta e le successive modifiche e integrazioni si applicano a tutte le operazioni (raccolta, stoccaggio, recupero, smaltimento) che coinvolgono flussi di materiali classificati come "rifiuti". Tale normativa non è invece pertinente nel caso di digestione anaerobica di residui di lavorazioni vegetali classificati come "sottoprodotti"¹¹⁸.

¹¹⁸ Il D.Lgs. 152/06 all'articolo 183, comma 1, lettera a, definisce come rifiuto "qualsiasi sostanza od oggetto che rientra nelle categorie riportate nell'Allegato A alla parte quarta del presente decreto e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi". Nell'allegato suddetto le categorie di rifiuto sono le seguenti:

- Q1: Residui di produzioni o di consumo in appresso non specificati;
- Q2: Prodotti fuori norma;
- Q3: Prodotti scaduti;
- Q4: Sostanze accidentalmente riversate, perdute o aventi subito qualunque altro incidente, compresi tutti i materiali, le attrezzature, ecc., contaminati in seguito all'incidente in questione;
- Q5: Sostanze contaminate o insudiciate in seguito ad attività volontarie (ad esempio residui di pulizia, materiali da imballaggio, contenitori, ecc.);
- Q6: Elementi inutilizzabili (ad esempio batterie fuori uso, catalizzatori esausti, ecc.);
- Q7: Sostanze divenute inadatte all'impiego (ad esempio acidi contaminati, solventi contaminati, sali da rinverdimento esauriti, ecc.);
- Q8: Residui di processi industriali (ad esempio scorie, residui di distillazione, ecc.);
- Q9: Residui di procedimenti antinquinamento (ad esempio fanghi di lavaggio di gas, polveri di filtri d'aria, filtri usati, ecc.);
- Q10: Residui di lavorazione/sagomatura (ad esempio trucioli di tornitura o di fresatura, ecc.);
- Q11: Residui provenienti dall'estrazione e dalla preparazione delle materie prime (ad esempio residui provenienti da attività minerarie e petrolifere, ecc.);
- Q12: Sostanze contaminate (ad esempio olio contaminato da PCB, ecc.);
- Q13: Qualunque materia, sostanza o prodotto di cui l'utilizzazione è giuridicamente vietata;
- Q14: Prodotti di cui il detentore non si serve più (ad esempio articoli messi fra gli scarti dell'agricoltura, dalle famiglie, dagli uffici, dai negozi, dalle officine, ecc.);
- Q15: Materie, sostanze o prodotti contaminati provenienti da attività di riattamento dei terreni;
- Q16: Qualunque sostanza, materia o prodotto che non rientri nelle categorie sopra elencate

Emissioni in atmosfera degli impianti che bruciano il biogas

Ai sensi del D.Lgs. 152/06 non sono sottoposti ad autorizzazione alle emissioni in atmosfera:

- gli impianti di combustione di potenza termica nominale pari o inferiore a 3MW se alimentati a biogas non proveniente da "rifiuti" (biogas di cui all'Allegato X alla Parte Quinta) (art. 269 comma 14, lettera e);
- gli impianti di combustione di potenza termica nominale pari o inferiore a 3MW se alimentati a biogas da "rifiuti" ma se ubicati all'interno di impianti di smaltimento rifiuti e se l'attività di recupero è soggetta alle procedure semplificate di cui alla Parte Quarta (art. 269 comma 14, lettera d).
- per gli impianti sopra citati, in luogo dell'autorizzazione, l'autorità competente può richiedere una "comunicazione" in via preventiva, dalla data di messa in esercizio dell'impianto (art. 269, comma 5).

Normativa per l'uso agronomico del digestato

Per l'uso agronomico del digestato proveniente da digestione anaerobica ci si deve rifare a diversi corpi normativi in funzione della natura e della classificazione dei materiali in ingresso (presenza/assenza di "rifiuti", di fanghi di depurazione tra i "rifiuti", di deiezioni zootecniche) con tutte le incertezze derivanti dalla codigestione di matrici organiche di natura "giuridica" diversa.

I percorsi normativi attuabili per l'uso agronomico del digestato sono i seguenti:

- impiego secondo i criteri dettati dal DM 07.04.06 per gli affluenti zootecnici e recepiti o in fase di recepimento delle norme regionali di settore¹¹⁹ (comunicazione);

Ai sensi dell'art. 183, comma 1, lettera n del D.Lgs. 152/06 sono classificabili come sottoprodotti "i prodotti dell'attività dell'impresa che, pur non costituendo l'oggetto dell'attività principale, scaturiscono in via continuativa dal processo industriale dell'impresa stessa e sono destinati ad un ulteriore impiego o al consumo".

Tuttavia la direttiva 2008/98/Ce del 19 del novembre 2008 all'articolo 3, comma 1, definisce rifiuto "qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o l'obbligo di disfarsi". L'articolo 5 comma 1 identifica il "sottoprodotto" come sostanza od oggetto derivante da un processo di produzione e che si distingue dal rifiuto se soddisfa determinate condizioni: deve essere certo che la sostanza sarà ulteriormente utilizzata, che la sostanza o l'oggetto possa essere utilizzata direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale e che l'utilizzo soddisfi tutti i requisiti pertinenti riguardanti la protezione della salute e dell'ambiente. Infine, il prodotto considerato rifiuto può cessare di essere considerato tale, ai sensi dell'articolo 6 della presente direttiva, quando è sottoposto ad un operazione di recupero, come il riciclaggio, e soddisfi criteri specifici, ossia che la sostanza o l'oggetto siano comunemente utilizzati per scopi benefici, che esista un mercato o una domanda per tale sostanza, che vengano rispettati i requisiti e gli standard prefissati per ogni singolo prodotto e che l'utilizzo della sostanza non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana.

Infine all'articolo 5, comma 3 è precisato che i rifiuti che cessano di essere tali, cessano di essere tali anche ai fini degli obiettivi di recupero e riciclaggio stabiliti nelle direttive 94/62/CE, 2000/53/CE, 2002/96/CE e 2006/66/CE e nell'altra normativa comunitaria pertinente quando sono soddisfatti i requisiti in materia di riciclaggio o recupero di tale legislazione.

¹¹⁹ La Giunta della Regione Campania in seduta del 9 febbraio 2007 e con Deliberazione n. 120 ha recepito il DM 7 aprile 2006 e dichiarato direttamente applicabili tutte le disposizioni di cui al DM 7 aprile 2006 per l'intero territorio regionale ai fini di una corretta utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e

- impiego secondo i criteri dettati dal D.Lgs. 99/92¹²⁰ ed eventuali norme regionali¹²¹ che regolano l'impiego agronomico dei fanghi di depurazione¹²² (autorizzazione);
- nel caso in cui anche il digestato sia classificabile come "rifiuto" (ci sono appositi codici CER – Catalogo Europeo dei Rifiuti) perché prodotto a partire da rifiuti, lo "spandimento al suolo a beneficio dell'agricoltura" (voce R10 D.Lgs) può essere eseguito ai sensi dell'art. 208 del D.Lgs. 152/06 (Parte Quarta), forma di recupero tuttavia per la quale non esistono criteri tecnici di riferimento a cui attenersi (autorizzazione).

Trasporto del digestato

Il trasporto all'impianto di biogas di residui della lavorazione di prodotti vegetali, se riconosciuti come "sottoprodotti" del D.Lgs. 152/06 è sufficiente una normale bolla di accompagnamento.

Perché i residui della lavorazione di prodotti vegetali siano classificati "sottoprodotti", il loro impiego, senza trasformazioni preliminari, in altro ciclo produttivo (produzione del prodotto metano) deve essere documentato mediante:

- contratto di cessione diretto tra produttore di scarti e titolare dell'impianto. Non è consentita quindi un'occasionale e continuativa cessione ad intermediari. Il percorso del sottoprodotto deve essere tracciabile;
- la cessione deve essere "conveniente" per il produttore del sottoprodotto;
- la qualità del sottoprodotto deve essere periodicamente controllata e in qualche modo attenersi a degli standard qualitativi che l'impianto stabilisce (tenore di umidità, azoto, inerti, ecc.).

delle acque reflue ed ha abrogato contestualmente quanto disposto dalla "Disciplina tecnica per l'utilizzazione agronomica dei liquami zootecnici", approvata con DGR 610/2003, fatta eccezione per quanto previsto al paragrafo 9.

¹²⁰ Il D.Lgs. 99/92 all'art. 3 – "Condizioni per l'utilizzazione" – recita che "È ammessa l'utilizzazione in agricoltura dei fanghi indicati all'art. 2 solo se ricorrono le seguenti condizioni:

- a) sono stati sottoposti a trattamento;
- b) sono idonei a produrre un effetto concimante e/o ammendante e correttivo del terreno;
- c) non contengono sostanze tossiche e nocive e/o persistenti, e/o bioaccumulabili in concentrazioni dannose per il terreno, per le colture, per gli animali, per l'uomo e per l'ambiente in generale".

¹²¹ La Regione Campania non ha norme specifiche in materia di utilizzo a fini agronomici dei fanghi di depurazione.

¹²² Lo stesso D.Lgs. 99/92 all'art. 2, comma 1, lettera a), definisce come:

- a) "Fanghi: i residui derivanti dai processi di depurazione:
 - 1) delle acque reflue provenienti esclusivamente da insediamenti civili come definiti dalla lettera b), art. 1-quater, legge 8 ottobre 1976, n. 670;
 - 2) delle acque reflue provenienti da insediamenti civili e produttivi: tali fanghi devono possedere caratteristiche sostanzialmente non diverse da quelle possedute dai fanghi di cui al punto a.1.;
 - 3) delle acque reflue provenienti esclusivamente da insediamenti produttivi, come definiti dalla legge 319/76 e successive modificazioni ed integrazioni; tali fanghi devono essere assimilabili per qualità a quelli di cui al punto a.1. sulla base di quanto disposto nel successivo articolo 3.1.
- b) "Fanghi trattati: i fanghi sottoposti a trattamento biologico, chimico o termico, a deposito a lungo termine ovvero ad altro opportuno procedimento, in modo da ridurre in maniera rilevante il loro potere fermentiscibile e gli inconvenienti sanitari della loro utilizzazione".

Per i residui da trasformazione dei vegetali classificati come "rifiuti" occorre il formulario di identificazione richiesto dalla normativa per la gestione dei rifiuti (Parte Quarta del D.Lgs. 152/06).

Per tutte le biomasse classificate come "rifiuti", eccetto i residui di lavorazione dei vegetali se considerati come sottoprodotti che richiedono per il trasporto la normale bolla di accompagnamento, occorre il formulario di identificazione richiesto dalla normativa per la gestione dei rifiuti (Parte Quarta del D.Lgs. 152/06).

Uso agronomico del digestato

Per l'utilizzo di residui delle lavorazioni agro-industriali di prodotti vegetali che contengano materiali classificabili come rifiuto, anche se in quota minima rispetto al flusso totale in ingresso, anche il flusso in uscita dal digestore si configura come "rifiuto".

Pertanto l'uso sul suolo diventa una forma di recupero possibile poiché presente nelle operazioni di recupero alla voce R10 ("spandimento sul suolo a beneficio dell'agricoltura") ma che come tale va autorizzato ai sensi dell'art. 208 del D.Lgs. 152/06 (Parte Quarta). Resta di fondo il problema dei criteri da adottare, non previsti dalla normativa sui rifiuti.

Nel caso di biomasse come FORSU e fanghi di depurazione, la presenza di rifiuti in ingresso implica che anche il flusso in uscita dal digestore si configuri come "rifiuto". Pertanto il suo impiego sul suolo deve essere autorizzato ai sensi dell'art. 208 del D.Lgs. 152/06 (Parte Quarta) come operazioni di recupero R10 ("spandimento al suolo a beneficio dell'agricoltura"). Poiché manca l'indicazione dei criteri tecnici da seguire, nel caso in oggetto i percorsi normativi si ritiene possano essere due:

- presenza di fanghi di depurazione tra le biomasse in ingresso, anche il digestato è verosimilmente assimilabile ad un fango; di conseguenza i criteri da adottare sono gli stessi contenuti nel D.Lgs. 99/92 e relative norme regionali più restrittive;
- se tra i rifiuti non compaiono fanghi di depurazione (il flusso potenzialmente più carico di inquinanti rispetto ai restanti flussi organici selezionati), è auspicabile l'adozione degli stessi criteri previsti per l'uso agronomico degli effluenti zootecnici (D.M. 07.04.06 e norme regionali di recepimento), anche per garantire uniformità di comportamento ai fini della tutela ambientale, fatte salve eventuali integrazioni ritenute opportune (analisi terreni, ecc.). L'uso agronomico degli effluenti zootecnici segue il criterio fondamentale del rispetto di un dosaggio massimo ammesso di azoto per unità di superficie, pari rispettivamente a 170 kg/ha e a 340 kg/ha all'anno a seconda che la distribuzione avvenga su suolo classificato o meno "vulnerabile ai nitrati" secondo i criteri dettati dall'ex D.Lgs. 152/99 (Direttiva Nitrati).

3.1.1.5. La biodigestione anaerobica nelle previsioni del Piano Energetico Ambientale Regionale

Dal 2008, con l'approvazione delle "Linee di indirizzo strategiche", alla Regione Campania è allo studio una proposta di Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR)¹²³. Tale documento ha come riferimento il pacchetto clima indicato dall'Unione Europea la quale impone una declinazione a livello nazionale degli obiettivi di sviluppo delle fonti rinnovabili e riduzione delle

¹²³ Regione Campania 2009. *PEAR – piano energetico ambientale regionale, Proposta di Piano – marzo 2009*. Napoli: CUEN.

emissioni climalteranti, da ripartire successivamente tra le Regioni. La Proposta di Piano indica una serie di obiettivi generali e specifici, la cui attuazione sarà poi delineata in maggior dettaglio in un successivo Piano d'Azione per l'energia e l'ambiente, da definire nell'ambito del Piano d'Azione per lo Sviluppo Economico Regionale (PASER) 2009¹²⁴.

Il Piano d'Azione per l'Energia (PAE) sarà lo strumento operativo del Piano Energetico Regionale di cui ne recepirà gli obiettivi generali e che conterrà un insieme di interventi e azioni da effettuare nel breve e medio periodo, propedeutiche ad una più corretta gestione dell'energia in Campania. In tal senso, gli interventi previsti si concentreranno tra l'altro sulla diffusione delle fonti rinnovabili, della generazione distribuita e della micro – generazione oltre che verso la produzione centralizzata di energia ad alta efficienza.

Le linee di indirizzo strategico del PEAR prevedono lo sviluppo di filiere agro-energetiche, utili a contribuire sia al pareggio del bilancio energetico regionale, ma anche all'obiettivo dell'assolvimento degli obblighi derivanti dal protocollo di Kyoto.

Negli obiettivi del PEAR la creazione di una filiera agro-energetica, può contribuire a completare il mix delle fonti rinnovabili potenzialmente fruibili, cogliendo le opportunità di sviluppo provenienti dallo sfruttamento delle risorse endogene dei territori rurali, lasciando alla popolazione locale i benefici del valore aggiunto creato.

In Campania attualmente non esiste una filiera della biomassa ben definita ma, seguendo l'orientamento già delineato nel documento di indirizzo del PEAR, si mira a favorirne l'avvio interpretando il territorio in cui deve calarsi.

Nelle "Linee di indirizzo strategiche" propedeutiche alla redazione del PEAR, l'autore riconosce al settore primario, in qualità di produttore di materia prima, ed ai territori rurali, in quanto potenziali produttori di energia, un ruolo chiave per lo sviluppo delle energie rinnovabili. Tuttavia ravvisa la difficoltà del quesito rappresentato dalla verifica di opportunità, sostenibilità e vantaggio competitivo che aziende ad economia locale possono trarre investendo in progetti sulle rinnovabili.

Fra gli obiettivi del PEAR c'è lo sviluppo delle potenzialità agro-energetiche delle biomasse derivate dai residui inutilizzati dall'agricoltura (cosiddette di "seconda generazione" come le biomasse generate da scarti e/o sottoprodotti di origine agricola, agroindustriale ed agroforestale, ecc.). Tale scelta risulta essere strategica in quanto consentirebbe di focalizzare l'attenzione su filiere con concreta possibilità di sviluppo ed anche correttamente inserite nei contesti locali e allo stesso tempo di utilizzare a scopo energetico materiali che, se non correttamente smaltiti, avrebbero conseguenze negative per l'ambiente (in special modo le deiezioni animali) oltre alla salvaguardia di aree boscate da fenomeni di dissesto ed abbandono (recupero della biomassa ligno-cellulosica attraverso la corretta gestione forestale).

Inoltre il documento si rifà direttamente agli indirizzi forniti dalla legge 244/2007 (finanziaria 2008) che, riconoscendo nella creazione di una filiera locale della biomassa un modo efficace per evitare ulteriori emissioni climalteranti dovute al trasporto a lungo raggio del combustibile, incentiva fortemente la produzione di energia da biomassa derivante da prodotti agricoli, di allevamento e forestali, inclusi i sottoprodotti, ottenuti da intese di filiera o da filiera corta¹²⁵,

¹²⁴ L'ultimo aggiornamento annuale del PASER è stato approvato con delibera di Giunta Regionale n. 962/2008.

prevedendo la cumulabilità tra certificati verdi ed altri incentivi pubblici di natura nazionale, regionale locale o comunitaria non eccedenti il 40% del costo dell'investimento.

Successivamente il documento individua due tipologie di filiera agro-energetica al cui sostegno i comparti agricolo, forestale ed agroindustriale del territorio regionale, possono fornire biomassa: quella della biomassa destinata alla produzione di biogas attraverso digestione anaerobica e quella della biomassa ligno-cellulosica finalizzata alla combustione.

In particolare per la produzione di biogas si individuano i residui provenienti dall'agricoltura quali:

- deiezioni animali - letame, liquame di allevamenti zootecnici (bovini bufalini, suini etc.);
- scarti vegetali - residui inutilizzati degli insilati, scarti ortofrutticoli, etc.;
- residui agroindustriali - residui della lavorazione del settore lattiero caseario (siero), della trasformazione del pomodoro (buccette), sanse etc.

Inoltre il documento auspica la formazione di partenariati locali allo scopo di gestire la complessità delle filiere individuate in cui confluirebbero biomasse provenienti da differenti settori produttivi e contraddistinte da caratteristiche chimico-fisiche diverse e quindi probabilmente soggette a differenti tecnologie per la loro conversione energetica.

Secondo il documento propedeutico al PEAR, l'approccio strategico alla costituzione delle filiere deve essere necessariamente di tipo multidisciplinare ed intersettoriale sia a monte, con una governance basata sull'interazione di diverse aree dell'amministrazione regionale (ambiente, agricoltura, attività produttive, politiche del territorio), sia a valle con la costituzione di partenariati complessi che assicurino il consenso intorno ad un progetto comune e definiscano il comportamento di tutta la filiera locale delle bioenergie. Le valutazioni da effettuare infatti sono molteplici e rispondono non solo a criteri di fattibilità e convenienza economica ma soprattutto a criteri di sostenibilità ed effettiva riduzione delle emissioni gassose in atmosfera, oltre che al mantenimento di un armonioso sviluppo del territorio in tema di paesaggio, biodiversità e produzioni agricole. È inoltre ritenuta fondamentale l'accettazione da parte della popolazione residente dell'installazione di impianti per la produzione di energia seppure di piccola taglia.

¹²⁵ Entro un raggio di 70 km salvo diversa previsione dell'emanando decreto del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MiPAAF).

3.1.2. Gli ecosistemi umidi artificiali

L'approccio che vede l'utilizzo delle capacità rigenerative degli ecosistemi umidi per il trattamento delle acque reflue domestiche si basa sul riconoscimento come risorsa delle sostanze nutritive in esse contenute e sul loro riutilizzo allo scopo di innescare processi di qualificazione e rigenerazione.

Tale visione è in netto contrasto con il modello attuale di società in cui i due biomi di origine antropica - il sistema urbano e il sistema rurale¹²⁶ - pur essendo intrinsecamente legati da relazioni quali la circolazione di derrate alimentari, provenienti generalmente dalle attività agricole a sostegno delle città e dei loro abitanti, non costituiscono un sistema chiuso per il riciclo dei nutrienti. Alle acque reflue domestiche, ad esempio, viene attribuito il solo potenziale tossico e la valenza di rifiuto da trasferire, in quanto tale, lontano dalle zone residenziali per il trattamento in impianti centralizzati. Per fare ciò sono necessarie ingenti risorse, quali materie prime ed energia, e costi elevati di trasporto, gestione e manutenzione. Oltretutto tale sistema rivela tutta la sua inefficacia nel non riuscire ad evitare del tutto i danni ambientali dovuti allo scarico di grandi quantità di liquami in ecosistemi naturali spesso non in grado di processare produttivamente le sostanze nutritive residue.

Inoltre il costo e la crescente scarsità di acqua potabile ne rende sempre di più insostenibile l'utilizzo per l'irrigazione di giardini domestici o verde pubblico urbano. Tale uso spesso ammonta a 2/3 o più del totale di acqua ad uso residenziale¹²⁷.

L'esperienza degli ecosistemi umidi come tecnologia per il trattamento delle acque reflue è iniziata alla fine del 1980 con il progetto Biosfera 2, un grande impianto sperimentale in Arizona che ricostruiva un sistema ecologico chiuso e autosostenibile. In Biosfera 2 le acque reflue rientrano come risorsa nel ciclo di produzione sostenibile di alimenti, attraverso l'utilizzo delle sostanze nutritive in esse contenute per l'irrigazione delle colture e la produzione di foraggio per gli animali domestici¹²⁸. Biosfera 2 utilizzava un sistema di riciclaggio delle acque reflue in due fasi comprendenti la digestione anaerobica in serbatoi chiusi e il trattamento finale dei reflui attraverso un ecosistema umido artificiale (palude) composto da quattordici specie di piante autotrofe. Tale ecosistema serviva anche da habitat ideale per l'allevamento di insetti utili all'equilibrio del bioma agricolo di Biosfera 2¹²⁹.

L'avanzamento nella ricerca iniziata con Biosfera 2 ha portato poi ad un'ulteriore sviluppo e alla sperimentazione dei cosiddetti "wastewater gardens", più efficaci nel trattamento delle acque, processate sotto il livello della superficie, e caratterizzati da un'elevata biodiversità che, oltre a

¹²⁶ ALLEN, J., 1991, in NELSON, M. TREDWELL, R., 2002. "Wastewater Gardens: Creating urban oases and greenbelts by productive use of the nutrients and water in domestic sewage". In: *Proceedings of the Conference on Cities as Sustainable Ecosystems*. Murdoch University. Perth, Australia.

¹²⁷ TCHOBANGLOUS, G., 1991, in NELSON, M. TREDWELL, R., 2002. "Wastewater Gardens: Creating urban oases and greenbelts by productive use of the nutrients and water in domestic sewage". In: *Proceedings of the Conference on Cities as Sustainable Ecosystems*. Murdoch University. Perth, Australia.

¹²⁸ NELSON, M., ET AL, 1994, in NELSON, M. TREDWELL, R., 2002. "Wastewater Gardens: Creating urban oases and greenbelts by productive use of the nutrients and water in domestic sewage". In: *Proceedings of the Conference on Cities as Sustainable Ecosystems*. Murdoch University. Perth, Australia.

¹²⁹ NELSON, M. ET AL, 1999, in NELSON, M. TREDWELL, R., 2002. "Wastewater Gardens: Creating urban oases and greenbelts by productive use of the nutrients and water in domestic sewage". In: *Proceedings of the Conference on Cities as Sustainable Ecosystems*. Murdoch University. Perth, Australia.

contribuire alla gradevolezza estetica dell'intervento, ha lo scopo di favorire il trattamento delle acque reflue, attraverso:

1. Una maggiore varietà di apparati radicali che permettono una migliore penetrazione della ghiaia calcarea a supporto di una più ampia gamma di microrganismi associati;
2. La diversificazione delle esigenze metaboliche per una più efficace capacità di assorbimento dei costituenti delle acque reflue;
3. La diversificazione dei cicli stagionali di attività aumentando la produttività delle piante durante tutto l'anno;
4. una maggiore capacità di utilizzare l'intero spettro di radiazione solare incidente, con l'utilizzo sia di specie amanti dell'ombra che a portamento alto;
5. la differenziazione delle capacità specialistiche delle singole essenze vegetali (quali ad esempio i percorsi fotosintetici) per consentire una risposta migliore del sistema al mutamento delle condizioni ambientali, quali luce, calore, e livelli di nutrienti.
6. Non da ultimo, un'ampia diversità protegge anche da deficienze del sistema dovute a malattie o parassiti che attacchino piante specifiche.

Sistemi siffatti anche di piccole dimensioni arrivano a contenere almeno 30-50 specie di piante con indici di biodiversità, come nel caso di alcuni wastewater gardens sperimentati in Messico, paragonabili a quelli delle foreste tropicali e superiori a quelli di molte zone umide naturali¹³⁰. Oltretutto l'utilizzo della ghiaia come sottofondo, riducendo notevolmente percorsi di trasmissione di batteri patogeni, rende tutto il sistema molto più igienico e sicuro anche per la coltivazione di piante utilizzabili per l'alimentazione umana, per la produzione di mangimi per animali o per la produzione di biomassa ligno - cellulosica¹³¹.

3.1.2.1. Criteri per la classificazione degli ecosistemi umidi artificiali

Esistono tre tipologie principali di ecosistemi umidi artificiali per il trattamento delle acque reflue:

- a flusso d'acqua superficiale;
- con utilizzo di piante acquatiche;
- a flusso d'acqua sotterraneo.

Nella tipologia a flusso superficiale le acque di scarico attraversano, a stretto contatto con i sottostanti sedimenti, un bacino poco profondo. Per questo tipo di trattamento possono essere utilizzate sia piante emergenti (radicate al fondo) che piante galleggianti.

Il sistema di trattamento con piante acquatiche utilizza bacini idrici aperti e sola vegetazione galleggiante.

¹³⁰ NELSON, M., 1998A, B, in NELSON, M. TREDWELL, R., 2002. "Wastewater Gardens: Creating urban oases and greenbelts by productive use of the nutrients and water in domestic sewage". In: *Proceedings of the Conference on Cities as Sustainable Ecosystems*. Murdoch University. Perth, Australia.

¹³¹ NELSON, M., 1995, in NELSON, M. TREDWELL, R., 2002. "Wastewater Gardens: Creating urban oases and greenbelts by productive use of the nutrients and water in domestic sewage". In: *Proceedings of the Conference on Cities as Sustainable Ecosystems*. Murdoch University. Perth, Australia.

I sistemi di trattamento con piante acquatiche¹³² e a flusso superficiale hanno il vantaggio di essere a basso costo di costruzione e gestione, di essere applicabili in molti ecosistemi e zone climatiche utilizzando specie localmente disponibili. Di solito sono progettati come lagune che ricevono le acque reflue a seguito di trattamenti primari e immediatamente prima del loro rilascio nell'ambiente.

Gli svantaggi di tali tipologia risiedono nella necessità di impiego di una superficie superiore rispetto a quelle a flusso sotterraneo.

Oltretutto soprattutto i sistemi che utilizzano le sole piante acquatiche hanno visto una notevole diminuzione del loro impiego a causa delle prestazioni più basse e dei costi di manutenzione legati, questi ultimi, principalmente alla necessaria periodica rimozione della vegetazione marcescente¹³³.

Nel sistema a flusso sotterraneo, le acque reflue sono mantenute al di sotto della superficie media della zona umida, in genere al di sotto di uno strato di ghiaia. Questo sistema utilizza solo vegetazione emergente. L'utilizzo di questa tipologia richiede una superficie sostanzialmente inferiore a quella necessaria nei sistemi a flusso superficiale, questo perché, nella tipologia a flusso sotterraneo, le acque reflue attraversano l'intero volume del substrato di ghiaia che provvede a funzioni di filtraggio e favorisce la sedimentazione e l'interazione microbica offrendo maggiore superficie alla colonizzazione di microrganismi utili alla depurazione. Per fornire un esempio, per il trattamento di quattro milioni di litri al giorno di carico di acque reflue è necessario un ecosistema umido artificiale a flusso superficiale di circa 100 ettari mentre ne basterebbero solamente 10 utilizzando la tipologia a flusso sotterraneo. Per di più un ulteriore vantaggio della tipologia a flusso sotterraneo è dato dalla riduzione dei rischi di produzione di cattivo odore, di moltiplicazione di insetti nocivi (zanzare) e di contatto accidentale con acque ancora non trattate. Il trattamento prevede che le acque provenienti dai servizi igienici, docce, cucine delle abitazioni, vengano trasportate per gravità in fosse settiche sigillate e adeguatamente progettate per poi essere trasferite nell'ecosistema umido artificiale. In quest'ultimo la ghiaia del substrato permette il ristagno delle acque per un adeguato tempo utile all'innescio di una vasta gamma di meccanismi chimici, biologici e fisici per la depurazione e per l'eliminazione dei composti organici solidi in sospensione e dell'eccesso di nutrienti. Le piante hanno oltretutto la funzione di fornire ossigeno alla rizosfera, favorendo lo sviluppo di batteri sia aerobici che anaerobici utili alla depurazione.

È dimostrato che una superficie di 3-4 m² di un ecosistema umido artificiale a flusso sotterraneo è in grado di eliminare, con un tempo di ritenzione adeguato, oltre l'85% della BOD (Domanda Biochimica di Ossigeno), rimuovere tra il 75-80% del contenuto di azoto e di fosforo, e ridurre i batteri coliformi fecali del 99,8%, senza l'uso di sostanze chimiche (**Tab. 57**).

In un'esperienza condotta si è dimostrato che due zone umide artificiali di 130 m² comprensivi di 65-70 varietà di piante sono in grado di processare il trattamento di acque nere (dai servizi igienici) e acque grigie (da cucina, doccia, lavandini) di 40 residenti. La biodiversità delle piante in

¹³² WOLVERTON, B.C., 1987, in NELSON, M. TREDWELL, R., 2002. "Wastewater Gardens: Creating urban oases and greenbelts by productive use of the nutrients and water in domestic sewage". In: *Proceedings of the Conference on Cities as Sustainable Ecosystems*. Murdoch University. Perth, Australia.

¹³³ BAGNALL, L. O., SCHERTZ, C.E., DUBBE, D. R. 1987, in NELSON, M. TREDWELL, R., 2002. "Wastewater Gardens: Creating urban oases and greenbelts by productive use of the nutrients and water in domestic sewage". In: *Proceedings of the Conference on Cities as Sustainable Ecosystems*. Murdoch University. Perth, Australia.

tale esempio era di tre volte superiore a quella dei vicini mangrovi e solo il 5% in meno rispetto alle foreste tropicali dell'interno¹³⁴.

Parameter	BOD5 (Biochemical Oxygen Demand) (mg/l)	TSS (Total Suspended Solids) (mg/l)	Total Nitrogen (mg/l)	Total Phosphorus (mg/l)	Total Coliforms (Cfu 100 ml)
Average Septic Tank	241	338	52.5	10.3	6,285,000
Average Wastewater Garden Discharge	12	16.5	27	7.3	116,000
Percent Reduction	95%	95%	48%	30%	98,2%

Tab. 57 – Dati relativi al trattamento di un sistema a flusso sotterraneo¹³⁵

3.1.2.2 Scenari di applicazione degli ecosistemi umidi artificiali nel mondo industrializzato

Attualmente le acque reflue vengono trattate semplicemente per prevenire l'inquinamento e il degrado degli ecosistemi naturali. La sperimentazione e l'utilizzo di ecosistemi umidi artificiali per il trattamento delle acque reflue domestiche e industriali va nella direzione indicata da numerosi studi e ricerche che negli ultimi decenni hanno dimostrato come il riciclaggio delle sostanze nutritive ad uso produttivo contenute nelle acque di scarico possa trasformare attività economiche umane in un sistema sostenibile¹³⁶.

Una zona umida artificiale ben progettata è in grado di processare le acque reflue attraverso una "tecnologia viva" e processi naturali meno costosi, da realizzare e gestire, degli impianti di depurazione convenzionali, producendo risultati paragonabili o in molti casi migliori rispetto a questi¹³⁷. Un depuratore comunitario centralizzato convenzionale richiede forti investimenti di capitali, know-how tecnico e grande dispendio di energia per il suo funzionamento. Di contro gli ecosistemi umidi artificiali solitamente non necessitano di energia elettrica e richiedono, una volta realizzati, scarsa supervisione tecnica e manutenzione¹³⁸, essendo dimostrato come sia più utile interferire il meno possibile nell'auto-organizzazione nei meccanismi di cooperazione dei bioti vegetali, animali e microbici allo scopo di consentire all'ecosistema di sviluppare

¹³⁴ Cfr. NELSON, M., 1998a, b, in NELSON, M. TREDWELL, R., 2002. "Wastewater Gardens: Creating urban oases and greenbelts by productive use of the nutrients and water in domestic sewage". In: *Proceedings of the Conference on Cities as Sustainable Ecosystems*. Murdoch University. Perth, Australia.

¹³⁵ La tabella è tratta da NELSON, M. TREDWELL, R., 2002. "Wastewater Gardens: Creating urban oases and greenbelts by productive use of the nutrients and water in domestic sewage". In: *Proceedings of the Conference on Cities as Sustainable Ecosystems*. Murdoch University. Perth, Australia, p. 14.

¹³⁶ NELSON, M. TREDWELL, R., 2002. "Wastewater Gardens: Creating urban oases and greenbelts by productive use of the nutrients and water in domestic sewage". In: *Proceedings of the Conference on Cities as Sustainable Ecosystems*. Murdoch University. Perth, Australia.

¹³⁷ TVA (Tennessee Valley Authority), 1993, in NELSON, M. TREDWELL, R., 2002. "Wastewater Gardens: Creating urban oases and greenbelts by productive use of the nutrients and water in domestic sewage". In: *Proceedings of the Conference on Cities as Sustainable Ecosystems*. Murdoch University. Perth, Australia.

¹³⁸ GREEN, M.B., UPTON, J., 1992; COOPER, P.F., 1992; STEINER, G.R., WATSON, J. T., CHOATE, K. D., 1992; NELSON, M., 1998a. In: REED, S.C., CRITES, R.W., MIDDLEBROOKS, E.J., 1995, in NELSON, M. TREDWELL, R., 2002. "Wastewater Gardens: Creating urban oases and greenbelts by productive use of the nutrients and water in domestic sewage". In: *Proceedings of the Conference on Cities as Sustainable Ecosystems*. Murdoch University. Perth, Australia.

meccanismi ecologicamente più adeguati per processare gli inquinanti¹³⁹. Oltretutto le zone umide artificiali, utilizzando risorse rinnovabili e a livello locale, evitano l'importazione di materie prime e prodotti industriali ed esperienze di ingegneria ecologica come la progettazione di ecosistemi di interfaccia, quali sono le zone umide artificiali per il trattamento delle acque reflue, mostrano come la gestione sostenibile e mirata al riuso dei nutrienti dei sottoprodotti dell'economia umana possa realizzare la massimizzazione delle prestazioni apportando nel contempo notevoli vantaggi anche agli ecosistemi naturali¹⁴⁰.

Gli ecosistemi umidi artificiali ideati, studiati e applicati all'inizio principalmente come tecnologia per il trattamento delle acque reflue negli Stati Uniti continentali e nel nord Europa, trovano tuttavia la loro migliore applicazione nei climi più caldi, come le regioni subtropicali e tropicali, e le zone miti del mediterraneo, in quanto la loro efficienza dipende dal livello di radiazione solare. L'urgenza in tutto il mondo e soprattutto nei paesi tropicali e in via di sviluppo di soluzioni a basso costo e low-tech che utilizzino i sistemi naturali per risolvere le sfide ambientali, fa degli ecosistemi umidi artificiali una valida alternativa per il trattamento delle acque reflue, soprattutto laddove la scarsità di fondi economici per manutenzione e gestione renda difficile intervenire con reti infrastrutturali e impianti per il trattamento di tipo convenzionale.

Nei paesi avanzati poi le potenzialità racchiuse in questa tecnologia prefigurano scenari futuri in cui la sostenibilità dei sistemi antropici viene perseguita attraverso l'utilizzo di risorse che attualmente sono considerate un "rifiuto". A tal proposito sono possibili applicazioni in cui diversi approcci possono essere utilmente combinati. Per esempio, in alcune zone umide artificiali, degli stagni sono utilizzati al posto delle fosse settiche per il trattamento primario allo scopo di ridurre i costi di costruzione. Zone umide artificiali sono utilizzate anche dopo il trattamento convenzionale o dopo impianti di piccole dimensioni per il primo trattamento allo scopo di aumentare il riciclo dei nutrienti e di migliorare la qualità dell'acqua in uscita.

¹³⁹ ODUM, H.T., 1991, in NELSON, M. TREDWELL, R., 2002. "Wastewater Gardens: Creating urban oases and greenbelts by productive use of the nutrients and water in domestic sewage". In: *Proceedings of the Conference on Cities as Sustainable Ecosystems*. Murdoch University. Perth, Australia.

¹⁴⁰ MITSCH, W. J., JORGENSEN, S., 1991, in NELSON, M. TREDWELL, R., 2002. "Wastewater Gardens: Creating urban oases and greenbelts by productive use of the nutrients and water in domestic sewage". In: *Proceedings of the Conference on Cities as Sustainable Ecosystems*. Murdoch University. Perth, Australia.

3.1.3. Scenario 1: intervento per le costruzioni isolate

Facendo riferimento allo scenario Infra-Free 1 (IF1 – WWG) primo scenario Infra-Free presentato nel paragrafo 2.1.2.1, sono state valutate due ipotesi di intervento riferite rispettivamente alle costruzioni isolate e alle costruzioni in insediamento. Il punto di partenza di entrambe le ipotesi di intervento è stata la necessità primaria di trattamento delle acque di scarico delle abitazioni attraverso una risposta adeguata sia alle esigenze di contenimento dei costi e di salvaguardia dell'ambiente e del territorio avanzate dalla pubblica amministrazione, che di coinvolgimento dei cittadini nel processo qualificativo attraverso scelte orientate al risparmio energetico ed economicamente convenienti.

Le case isolate rappresentano circa il 56% degli edifici a carattere residenziale insistenti nell'area pilota. L'ipotesi di qualificazione avanzata per questa categoria insediativa mira alla chiusura del ciclo energia-acqua-rifiuti attraverso l'integrazione della biodigestione anaerobica e l'utilizzo di ecosistemi umidi artificiali. Nell'ipotesi di intervento le fosse settiche esistenti vengono convertite in reattori anaerobici compatti per il trattamento delle acque reflue e dei rifiuti organici domestici integrati con rifiuti delle lavorazioni agricole allo scopo di migliorarne l'efficienza. Il biogas prodotto viene utilizzato direttamente dalle singole abitazioni per le esigenze di cottura dei cibi, produzione di acqua calda e riscaldamento degli ambienti domestici. Il digestato, sottoprodotto della digestione anaerobica, viene raccolto e utilizzato come fertilizzante per l'attività agricola.

Le acque chiarificate effluenti dai biodigestori ed eventualmente le acque grigie preventivamente separate provenienti dalle singole residenze subiscono un trattamento finale attraverso i wastewater gardens impiantati nelle aree private non coperte delle abitazioni per poi essere raccolte come acque irrigue a supporto dell'attività agricola o tornare come acque purificate direttamente al sistema naturale. L'estrema varietà delle essenze vegetali impiantabili nei wastewater gardens permetterebbe anche la produzione di ortaggi e frutta per il consumo privato (Fig. 29).

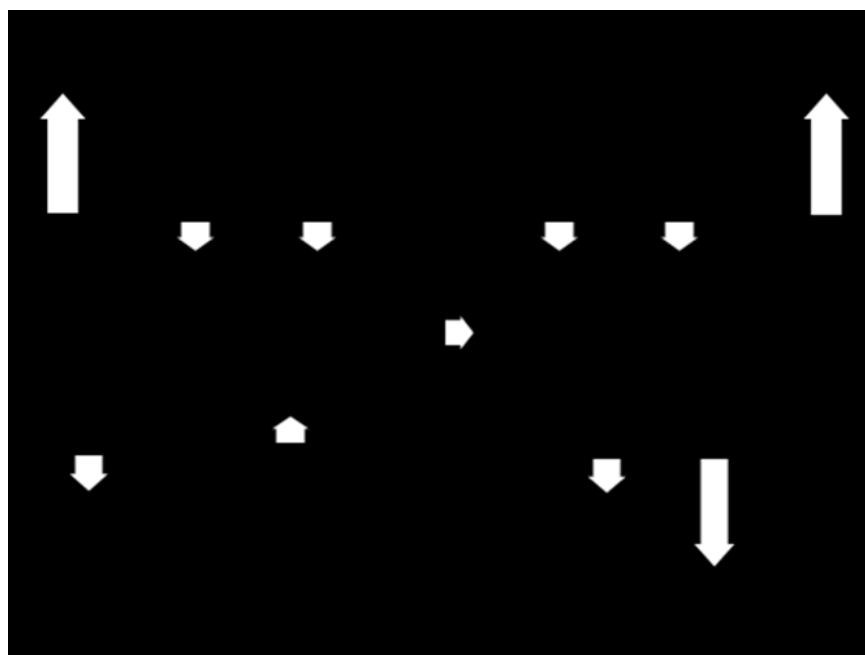


Fig. 29 – Schema dell'ipotesi di intervento per le costruzioni isolate

3.1.4. Scenario 2: intervento per le costruzioni in insediamento

Le case in insediamento rappresentano più del 33% degli edifici a carattere residenziale insistenti nell'area pilota. L'ipotesi di qualificazione avanzata per questa categoria insediativa è sostanzialmente simile a quella per le costruzioni isolate. Essa mira alla chiusura del ciclo energia-acqua-rifiuti attraverso l'integrazione della biodigestione anaerobica e l'utilizzo di ecosistemi umidi artificiali. Nell'ipotesi di intervento le fosse settiche esistenti vengono convertite in reattori anaerobici compatti per il trattamento delle acque reflue e dei rifiuti organici domestici integrati con rifiuti delle lavorazioni agricole allo scopo di migliorarne l'efficienza. Il rapporto di maggiore contiguità delle residenze in insediamento consente la possibilità di connessione dei singoli digestori l'uno all'altro per sopperire ad eventuali guasti o deficienze produttive temporanei di uno o più di essi. Il biogas prodotto viene utilizzato direttamente dalle singole abitazioni per le esigenze di cottura dei cibi, produzione di acqua calda e riscaldamento degli ambienti domestici. Il digestato, sottoprodotto della digestione anaerobica, anche nell'ipotesi per questa tipologia aggregativa, viene raccolto e utilizzato come fertilizzante per l'attività agricola.

Le acque chiarificate effluenti dai biodigestori ed eventualmente le acque grigie preventivamente separate provenienti dalle singole residenze subiscono un trattamento finale attraverso ecosistemi umidi artificiali impiantati lungo i corsi d'acqua, realizzando nel contempo la riqualificazione delle fasce riparie contribuendo alla ricostituzione dell'ecosistema naturale e creando aree verdi di svago per gli abitanti. Le acque trattate dagli ecosistemi umidi artificiali possono essere raccolte come acque irrigue a supporto dell'attività agricola o tornare come acque purificate direttamente al sistema naturale (**Fig. 30**).

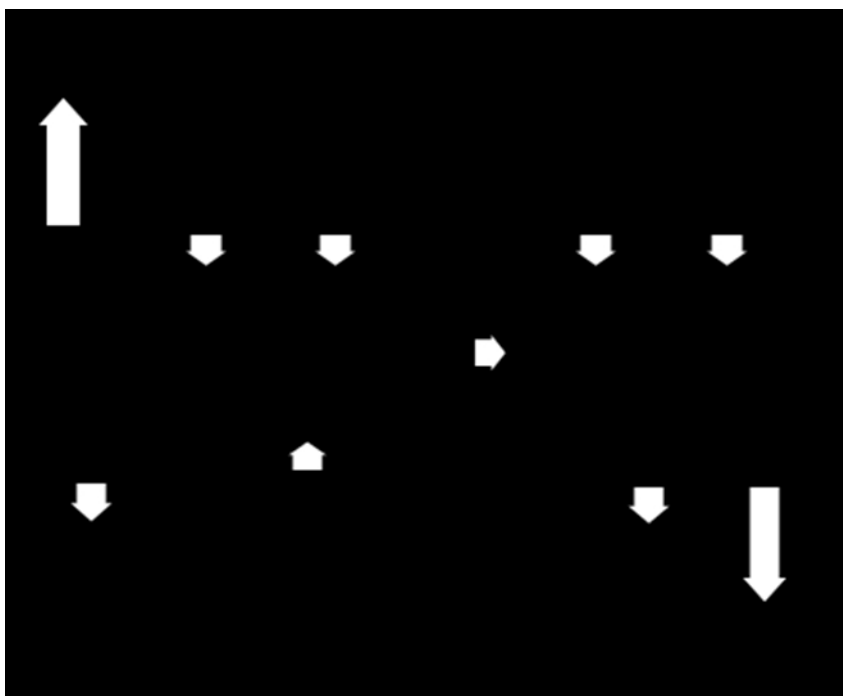


Fig. 30 – Schema dell'ipotesi di intervento per le costruzioni in insediamento

3.2. Applicabilità della biodigestione anaerobica al Progetto Pilota

In questa sezione è stata stimata la produzione potenziale di biogas da parte di biodigestori della stessa dimensione delle fosse settiche utilizzate dalle singole abitazioni.

L'ipotesi prende in considerazione l'utilizzo separato di substrati quali le acque reflue domestiche, i rifiuti organici domestici e i rifiuti di origine vegetale quali biomasse per la produzione di biogas per coprire i fabbisogni di cucina, acqua calda e riscaldamento delle singole abitazioni nell'area del progetto pilota.

Il fabbisogno di biogas per le singole abitazioni è stato stimato rispetto al contenuto sperimentale di metano dei substrati trattati e rispetto ai fabbisogni di metano distinti per tipologie d'uso per le singole abitazioni.

Il volume dei biodigestori è stato stimato secondo le due tipologie di processo "wet" e "dry".

3.2.1. Modello di calcolo del sistema di biodigestione anaerobica

In una prima fase è stato necessario determinare la quantità di biogas utile a coprire l'intero fabbisogno per cucina, acqua calda e riscaldamento per ciascuna abitazione, e conseguentemente la quantità di biomassa necessaria e quindi la capienza minima del reattore compatto utile a tale scopo. In figura (Fig. 31) è schematizzato il modello di calcolo che è stato sviluppato e utilizzato per valutare le grandezze prima descritte. I legami fra le varie grandezze sono raffigurati dalle frecce che collegano i simboli che le rappresentano. Al centro dello schema sono i dati in entrata mentre ai margini dello stesso sono i dati in uscita utili per le valutazioni successive.

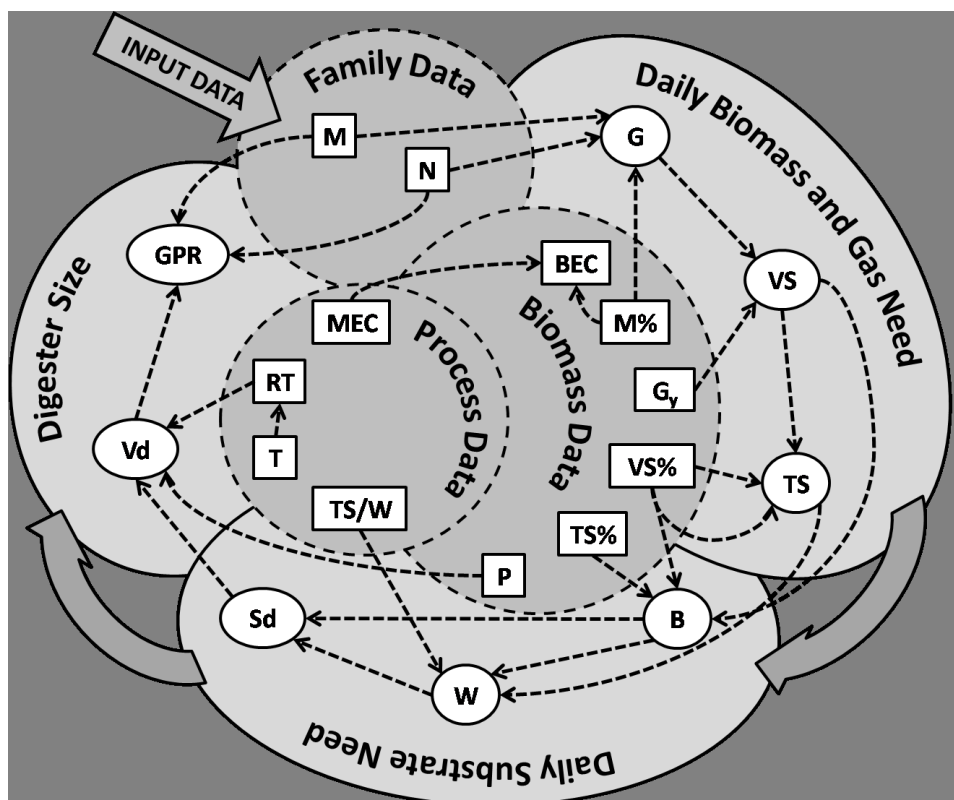


Fig. 31 – Schema del modello di calcolo delle grandezze relative al biodigestore

Per ogni abitazione insistente nell'area del Progetto Pilota i dati in entrata necessari ad istruire il modello di calcolo riguardano le informazioni relative al nucleo familiare (Family Data) rilevate direttamente o ricavate attraverso le stime condotte, quali:

- **N** numero di abitanti per abitazione (n.);
- **M** fabbisogno giornaliero di metano (m^3/d);

e al processo di biodigestione ipotizzato (Process Data), quali:

- **RT** tempo di ritenzione della biomassa all'interno del digestore (d);
- **MEC** contenuto energetico specifico del metano (MJ/m^3);
- **T** temperatura di processo ($^{\circ}\text{C}$);
- **TS/W** Il rapporto in percentuale tra contenuto in solidi totali e contenuto in acqua (%).

Inoltre i dati in entrata relativi alla tipologia di biomassa (Biomass Data) immessa riguardano¹⁴¹:

- **Gy** il contenuto specifico di gas (m^3/kg);
- **M%** il contenuto in percentuale di metano all'interno del biogas prodotto (%);
- **VS%** il contenuto in percentuale di solidi volatili (%);
- **TS%** il contenuto in percentuale di solidi totali (%);
- **BEC** Il contenuto energetico specifico (MJ/m^3);
- **P** il peso specifico (kg/m^3).

I dati in uscita sono stati suddivisi in fabbisogno giornaliero di biomassa e di biogas (Daily Biomass and Gas Need):

- **G** Fabbisogno giornaliero di biogas (m^3/d);
- **VS** Contenuto giornaliero di solidi volatili (kg/d);
- **TS** Contenuto giornaliero di solidi totali (kg/d);

fabbisogno giornaliero di substrato (Daily Substrate Need):

- **B** Immissione giornaliera di biomassa (kg/d);
- **W** Immissione giornaliera di acqua (kg/d);
- **SD** Immissione giornaliera di substrato (biomassa + acqua) (kg/d);

dimensione del biodigestore (Digester Size):

- **Vd** volume del biodigestore (m^3);
- **GPR** tasso di produzione di biogas ($\text{m}^3/\text{m}^3\text{d}$);

¹⁴¹ MALPEI, F., GARDONI, D., 2008. "La digestione anaerobica: i principi del processo biologico e i criteri di dimensionamento". In: VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

A seguito delle stime, per ciascuna abitazione sono state istruite sei schede (sul tipo di quella riportata in **Tab. 9**) distinte a seconda del tipo di processo valutato ("wet" o "dry") e del tipo di biomassa processata (reflui fognari, rifiuti organici della cucina, rifiuti do origine vegetale).

	Code	Description	u.m.	datum
Family Data	N	Number of Family Members	n.	-
	M	Daily Methane Production Need per Person	m ³ /d	-
Process Data	RT	Retention Time	d	-
	MEC	Methane Energy Content	MJ/m ³	-
	T	Process Temperature	°C	-
	TS/W	Total Solid/Substrate Rate	%	-
Biomass Data	Gy	Specific Gas Production (CH ₄ /VS)	m ³ /kg	-
	M%	Methane Content Percentage in Biogas	%	-
	VS%	Volatile Solid Content Percentage on Total Solid	%	-
	TS%	Total Solid Content on Total Biomass	%	-
	BEC	Biomass Energy Content	MJ/m ³	-
	P	Biomass Specific Weight (=water)	kg/m ³	-
Determining Daily Biomass and Gas Need	G	Daily Biogas Production Need (CH ₄ +CO ₂)	m ³ /d	-
	VS	Daily Volatile Solid Content	kg/d	-
	TS	Daily Total Solid Content	kg/d	-
Determining Daily Substrate Need	B	Daily Biomass Input	kg/d	-
	W	Daily Water Input (TS/W≈0,06)	kg/d	-
	Sd	Daily Substrate Input (B+W)	kg/d	-
Determining Digester Size	Vd	Digester Size	m ³	-
	GPR	Daily Biogas Production Rate	m ³ /m ³ d	-

Tab. 58 – *Tabella riassuntiva delle caratteristiche del biodigestore*

Nell'ultima fase le produzioni di biogas necessarie a coprire il fabbisogno di ciascuna abitazione sono state ricalibrate sulle dimensioni stimate delle fosse settiche per valutarne il potenziale produttivo e quindi l'effettiva possibilità e convenienza di utilizzo quali biodigestori anaerobici compatti.

3.2.2. Stima della produzione potenziale di biogas

3.2.2.1. Ipotesi di utilizzo di un processo di tipo "wet"

I dati riportati di seguito si riferiscono all'ipotesi di utilizzo di un processo di digestione anaerobica di tipo "wet" a fase unica e ad una temperatura variabile tra i 35°C e i 37°C. Il processo di tipo "wet" è stato preso in considerazione per primo in virtù del suo basso livello di complessità tecnologica e di conseguenza per il suo minore costo di installazione, gestione e manutenzione. Poiché tale tipo di processo utilizza biomasse caratterizzate da un contenuto in solidi totali tra il 5% e l'8%, sarà necessario aggiungere acqua nel caso in cui le biomasse introdotte abbiano un contenuto in solidi maggiore delle percentuali indicate. Alla diluizione della biomassa consegue una riduzione della produzione di biogas per unità di volume del digestore.

I dati di processo relative alla tipologia "wet" sono raccolti nella tabella seguente (**Tab. 59**).

Code	Description	u.m.	Datum
RT	Retention Time	d	30
MEC	Methane Energy Content	MJ/m ³	38,81
T	Process Temperature	°C	35-37
TS/W	Proportion Total Solid/Substrate	%	6%

Tab. 59 – Dati relativi ad un processo di biodigestione di tipo wet

3.2.2.2. Produzione potenziale di biogas da fanghi attivi delle acque di scarico domestiche

In questo scenario sono messe a confronto le produzioni stimate di biogas utilizzando come biomassa i soli fanghi provenienti dalle acque reflue domestiche e le cui caratteristiche rilevanti sono riportate in tabella (**Tab. 60**)¹⁴².

Code	Description	u.m.	Datum
Gy	Specific Gas Production (CH ₄ /VS)	m ³ /kg	0,13
M%	Methane Content Percentage in Biogas	%	65
VS%	Volatile Solid Content Percentage on Total Solid	%	65
TS%	Total Solid Content on Total Biomass	%	5
BEC	Biomass Energy Content	MJ/m ³	25,23
P	Biomass Specific Weight (=water)	kg/m ³	1000,00

Tab. 60 – Dati relativi alle acque reflue domestiche

La tabella (**Tab. 61**) riporta i dati relativi alla stima del biogas prodotto utilizzando biodigestori della stessa capacità delle fosse settiche delle abitazioni.

¹⁴² MALPEI, F., GARDONI, D., 2008. "La digestione anaerobica: i principi del processo biologico e i criteri di dimensionamento". In: VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

House code	Methane											
	Kitchen			Hot Water			Heating			Total		
	Estimated daily			Estimated daily			Estimated daily			Estimated daily		
	Need	Prod.	Ratio	Need	Prod.	Ratio	Need	Prod.	Ratio	Need	Prod.	Ratio
	m ³	m ³	%	m ³	m ³	%	m ³	m ³	%	m ³	m ³	%
InA.b.01	1.16	0.03	2.90	2.33	0.03	1.45	6.39	0.03	0.53	9.88	0.03	0.34
InA.a.02	0.29	0.08	27.29	0.58	0.08	13.65	3.76	0.08	2.11	4.63	0.08	1.71
InA.b.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
InA.a.04	0.29	0.11	38.21	0.58	0.11	19.10	5.00	0.11	2.22	5.88	0.11	1.89
InA.a.05	0.19	0.04	18.42	0.39	0.04	9.21	1.14	0.04	3.13	1.72	0.04	2.07
InA.a.06	0.39	0.02	6.14	0.78	0.02	3.07	1.14	0.02	2.08	2.30	0.02	1.03
InB.a.01	0.39	0.02	6.14	0.78	0.02	3.07	1.69	0.02	1.41	2.85	0.02	0.83
InB.a.02	0.78	0.04	4.99	1.55	0.04	2.49	4.91	0.04	0.79	7.24	0.04	0.53
InB.a.03	0.48	0.16	32.42	0.97	0.16	16.21	11.84	0.16	1.33	13.29	0.16	1.18
InB.a.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
InB.a.05	0.10	0.29	294.74	0.19	0.29	147.4	4.32	0.29	6.62	4.61	0.29	6.20
InB.b.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si.b.02	0.68	0.05	7.52	1.36	0.05	3.76	5.54	0.05	0.92	7.58	0.05	0.67
Si.a.03	0.19	0.06	30.70	0.39	0.06	15.35	2.12	0.06	2.81	2.70	0.06	2.20
Si.b.04	0.10	0.14	147.37	0.19	0.14	73.69	2.40	0.14	5.96	2.69	0.14	5.31
Is.b.01	0.58	0.07	11.60	1.16	0.07	5.80	6.37	0.07	1.06	8.12	0.07	0.83
Is.b.02	0.39	0.05	13.82	0.78	0.05	6.91	3.26	0.05	1.64	4.42	0.05	1.21
Is.a.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.a.04	0.29	0.04	13.65	0.58	0.04	6.82	2.08	0.04	1.91	2.95	0.04	1.34
Is.a.06	1.16	0.02	2.05	2.33	0.02	1.02	1.38	0.02	1.73	4.87	0.02	0.49
Is.b.07	0.48	0.02	4.91	0.97	0.02	2.46	1.42	0.02	1.68	2.87	0.02	0.83
Is.a.08	1.55	0.04	2.59	3.10	0.04	1.30	9.77	0.04	0.41	14.42	0.04	0.28
Is.a.10	0.39	0.12	30.70	0.78	0.12	15.35	7.39	0.12	1.61	8.55	0.12	1.39
Is.b.11	0.19	0.17	85.97	0.39	0.17	42.98	5.15	0.17	3.23	5.74	0.17	2.90
Is.b.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.a.16	0.48	0.09	18.67	0.97	0.09	9.33	6.89	0.09	1.31	8.35	0.09	1.08
Is.b.20	0.29	0.08	27.29	0.58	0.08	13.65	3.90	0.08	2.04	4.77	0.08	1.66
Is.b.21	0.39	0.10	24.56	0.78	0.10	12.28	5.72	0.10	1.66	6.89	0.10	1.38

Tab. 61 – Acque reflue: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per abitazione

Nella tabella (**Tab. 62**) e nel grafico seguenti (**Fig. 32**) sono messe a confronto le produzioni stimate di biogas utilizzando come biomassa i soli fanghi provenienti dalle acque reflue domestiche con il fabbisogno di gas distinto per ogni categoria di utilizzo presa singolarmente. I risultati sono raggruppati rispetto alle tre tipologie aggregative individuate per il sistema residenziale.

House Aggregation Typology	inhabitants	methane			
		kitchen need	hot water need	heating need	total need
	n.	m³	m³	m³	m³
Houses in Settlements	42	4.07	8.14	40.19	52.40
Single Houses	10	0.97	1.94	10.06	12.97
Isolated Houses	64	6.20	12.40	53.33	71.94

House Aggregation Typology	biogas from wastewater				
	total prod.	kitchen need coverage	hot water need coverage	heating need coverage	total need coverage
	m³	%	%	%	%
Houses in Settlements	0.79	19.38%	9.69%	1.96%	1.51%
Single Houses	0.25	26.14%	13.07%	2.52%	1.95%
Isolated Houses	0.80	12.88%	6.44%	1.50%	1.11%

Tab. 62 – Acque reflue: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per tipologia aggregativa

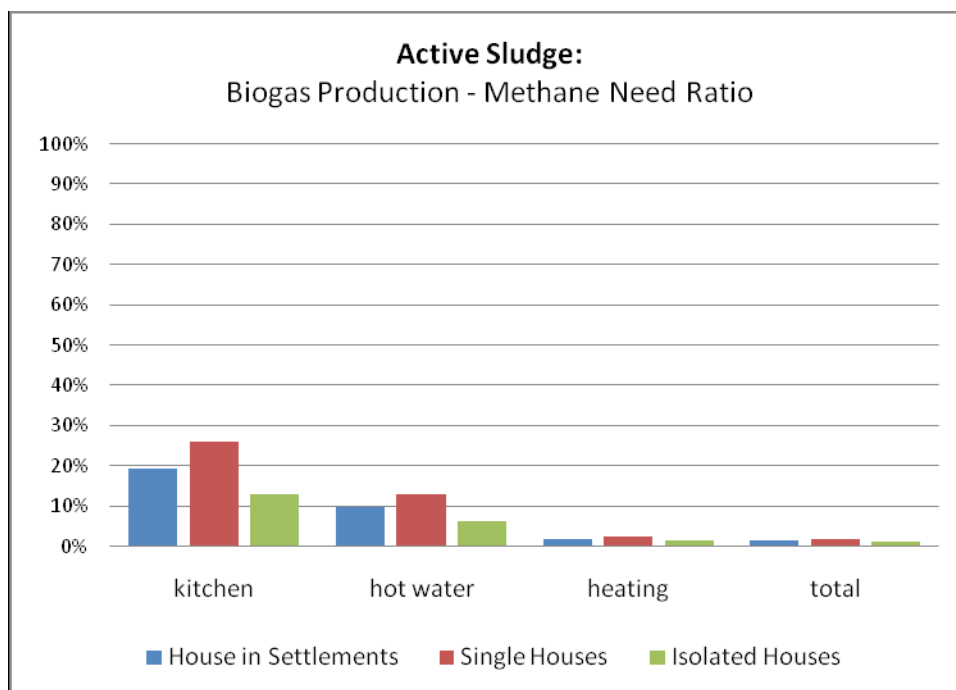


Fig. 32– Acque reflue: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per tipologia aggregativa

3.2.2.3. Produzione potenziale di biogas da rifiuti organici della cucina

In questo scenario sono messe a confronto le produzioni stimate di biogas utilizzando come biomassa i soli rifiuti organici provenienti dalle cucine delle singole abitazioni e le cui caratteristiche rilevanti sono riportate in tabella (**Tab. 63**)¹⁴³.

Code	Description	u.m.	Datum
Gy	Specific Gas Production (CH ₄ /VS)	m ³ /kg	0,45
M%	Methane Content Percentage in Biogas	%	63
VS%	Volatile Solid Content Percentage on Total Solid	%	95
TS%	Total Solid Content on Total Biomass	%	28
BEC	Biomass Energy Content	MJ/m ³	25,45
P	Biomass Specific Weight (=water)	kg/m ³	1000,00

Tab. 63 – Dati relativi ai rifiuti organici domestici

¹⁴³ MALPEI, F., GARDONI, D., 2008. "La digestione anaerobica: i principi del processo biologico e i criteri di dimensionamento". In: VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

La tabella (**Tab. 64**) riporta i dati relativi alla stima del biogas prodotto utilizzando biodigestori della stessa capacità delle fosse settiche delle abitazioni.

House code	Methane											
	Kitchen			Hot Water			Heating			Total		
	Estimated daily			Estimated daily			Estimated daily			Estimated daily		
	Need m ³	Prod. m ³	Ratio %	Need m ³	Prod. m ³	Ratio %	Need m ³	Prod. m ³	Ratio %	Need m ³	Prod. m ³	Ratio %
InA.b.01	1.16	0.20	17.06	2.33	0.20	8.53	6.39	0.20	3.10	9.88	0.20	2.01
InA.a.02	0.29	0.47	160.59	0.58	0.47	80.29	3.76	0.47	12.43	4.63	0.47	10.09
InA.b.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
InA.a.04	0.29	0.65	224.82	0.58	0.65	112.4	5.00	0.65	13.06	5.88	0.65	11.12
InA.a.05	0.19	0.21	108.39	0.39	0.21	54.20	1.14	0.21	18.40	1.72	0.21	12.19
InA.a.06	0.39	0.14	36.13	0.78	0.14	18.07	1.14	0.14	12.27	2.30	0.14	6.08
InB.a.01	0.39	0.14	36.13	0.78	0.14	18.07	1.69	0.14	8.28	2.85	0.14	4.91
InB.a.02	0.78	0.23	29.36	1.55	0.23	14.68	4.91	0.23	4.63	7.24	0.23	3.14
InB.a.03	0.48	0.92	190.77	0.97	0.92	95.39	11.84	0.92	7.81	13.29	0.92	6.95
InB.a.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
InB.a.05	0.10	1.68	1734.3	0.19	1.68	867.2	4.32	1.68	38.94	4.61	1.68	36.49
InB.b.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si.b.02	0.68	0.30	44.24	1.36	0.30	22.12	5.54	0.30	5.41	7.58	0.30	3.96
Si.a.03	0.19	0.35	180.66	0.39	0.35	90.33	2.12	0.35	16.53	2.70	0.35	12.97
Si.b.04	0.10	0.84	867.16	0.19	0.84	433.6	2.40	0.84	35.05	2.69	0.84	31.26
Is.b.01	0.58	0.40	68.25	1.16	0.40	34.12	6.37	0.40	6.23	8.12	0.40	4.89
Is.b.02	0.39	0.32	81.30	0.78	0.32	40.65	3.26	0.32	9.68	4.42	0.32	7.13
Is.a.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.a.04	0.29	0.23	80.29	0.58	0.23	40.15	2.08	0.23	11.23	2.95	0.23	7.91
Is.a.06	1.16	0.14	12.04	2.33	0.14	6.02	1.38	0.14	10.16	4.87	0.14	2.88
Is.b.07	0.48	0.14	28.91	0.97	0.14	14.45	1.42	0.14	9.87	2.87	0.14	4.88
Is.a.08	1.55	0.24	15.24	3.10	0.24	7.62	9.77	0.24	2.42	14.42	0.24	1.64
Is.a.10	0.39	0.70	180.66	0.78	0.70	90.33	7.39	0.70	9.47	8.55	0.70	8.19
Is.b.11	0.19	0.98	505.84	0.39	0.98	252.9	5.15	0.98	19.02	5.74	0.98	17.09
Is.b.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.a.16	0.48	0.53	109.84	0.97	0.53	54.92	6.89	0.53	7.72	8.35	0.53	6.38
Is.b.20	0.29	0.47	160.59	0.58	0.47	80.29	3.90	0.47	11.98	4.77	0.47	9.79
Is.b.21	0.39	0.56	144.53	0.78	0.56	72.26	5.72	0.56	9.79	6.89	0.56	8.13

Tab. 64 – Rifiuti organici domestici: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per abitazione

Nella tabella (**Tab. 65**) e nel grafico (**Fig. 33**) seguenti sono messe a confronto le produzioni stimate di biogas utilizzando come biomassa solamente rifiuti organici provenienti dalle cucine delle abitazioni con il fabbisogno di gas distinto per ogni categoria di utilizzo presa singolarmente. I risultati sono raggruppati rispetto alle tre tipologie aggregative individuate per il sistema residenziale.

House Aggregation Typology	inhabitants	methane			
		kitchen need	hot water need	heating need	total need
	n.	m ³	m ³	m ³	m ³
House in Settlements	42	4.07	8.14	40.19	52.40
Single Houses	10	0.97	1.94	10.06	12.97
Isolated Houses	64	6.20	12.40	53.33	71.94

House Aggregation Typology	biogas from kitchen waste				
	total prod.	kitchen need coverage	hot water need coverage	heating need coverage	total need coverage
	m ³	%	%	%	%
House in Settlements	4.64	114.04%	57.02%	11.55%	8.86%
Single Houses	1.49	153.82%	76.91%	14.82%	11.50%
Isolated Houses	4.70	75.81%	37.91%	8.82%	6.54%

Tab. 65 – Rifiuti organici domestici: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per tipologia aggregativa

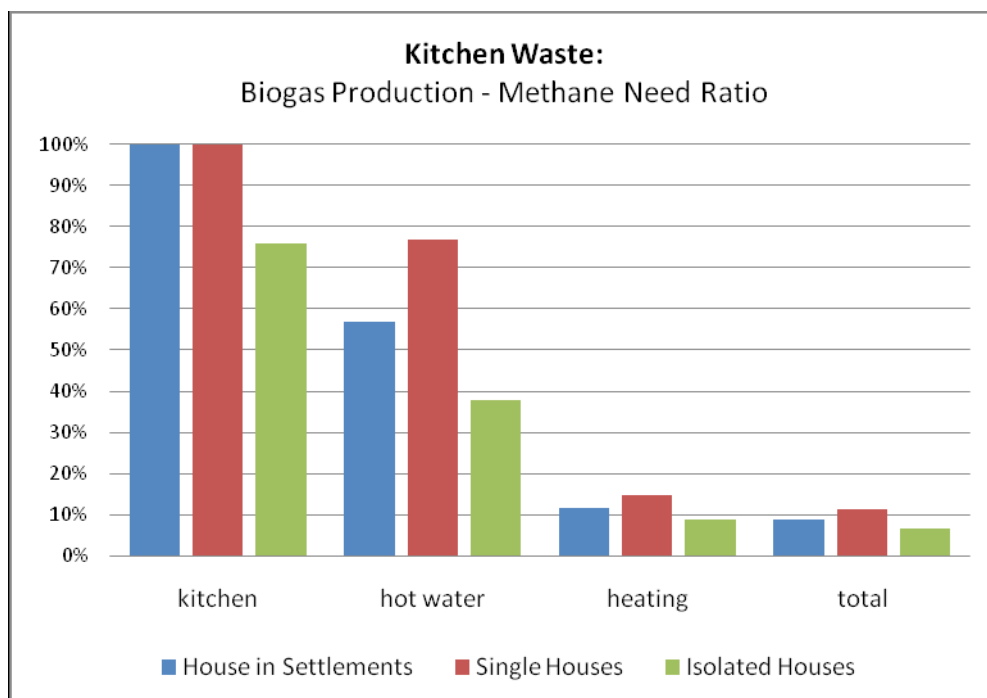


Fig. 33 – Rifiuti organici domestici: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per tipologia aggregativa

3.2.2.4. Produzione potenziale di biogas da rifiuti ortofrutticoli

In questo scenario sono messe a confronto le produzioni stimate di biogas utilizzando come biomassa i soli rifiuti ortofrutticoli provenienti dalle lavorazioni agricole e le cui caratteristiche rilevanti sono riportate in tabella (**Tab. 66**)¹⁴⁴.

Code	Description	u.m.	Datum
Gy	Specific Gas Production (CH ₄ /VS)	m ³ /kg	0,43
M%	Methane Content Percentage in Biogas	%	65
VS%	Volatile Solid Content Percentage on Total Solid	%	95
TS%	Total Solid Content on Total Biomass	%	30
BEC	Biomass Energy Content	MJ/m ³	25,23
P	Biomass Specific Weight (=water)	kg/m ³	1000,00

Tab. 66– Dati relativi ai rifiuti ortofrutticoli

¹⁴⁴ MALPEI, F., GARDONI, D., 2008. "La digestione anaerobica: i principi del processo biologico e i criteri di dimensionamento". In: VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

La tabella (**Tab. 67**) riporta i dati relativi alla stima del biogas prodotto utilizzando biodigestori della stessa capacità delle fosse settiche delle abitazioni.

House code	Methane											
	Kitchen			Hot Water			Heating			Total		
	Estimated daily			Estimated daily			Estimated daily			Estimated daily		
	Need m ³	Prod. m ³	Ratio %	Need m ³	Prod. m ³	Ratio %	Need m ³	Prod. m ³	Ratio %	Need m ³	Prod. m ³	Ratio %
InA.b.01	1.16	0.20	16.82	2.33	0.20	8.41	6.39	0.20	3.06	9.88	0.20	1.98
InA.a.02	0.29	0.46	158.32	0.58	0.46	79.16	3.76	0.46	12.25	4.63	0.46	9.94
InA.b.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
InA.a.04	0.29	0.64	221.65	0.58	0.64	110.8	5.00	0.64	1288	5.88	0.64	10.96
InA.a.05	0.19	0.21	10687	0.39	0.21	53.43	1.14	0.21	18.14	1.72	0.21	12.02
InA.a.06	0.39	0.14	35.62	0.78	0.14	17.81	1.14	0.14	12.09	2.30	0.14	5.99
InB.a.01	0.39	0.14	35.62	0.78	0.14	17.81	1.69	0.14	8.17	2.85	0.14	4.84
InB.a.02	0.78	0.22	28.94	1.55	0.22	14.47	4.91	0.22	4.57	7.24	0.22	3.10
InB.a.03	0.48	0.91	188.08	0.97	0.91	94.04	11.84	0.91	7.70	13.29	0.91	6.86
InB.a.04	0.00	0.00	00.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
InB.a.05	0.10	1.66	1709.8	0.19	1.66	854.9	4.32	1.66	38.40	4.61	1.66	35.97
InB.b.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si.b.02	0.68	0.30	43.62	1.36	0.30	21.81	5.54	0.30	5.34	7.58	0.30	3.90
Si.a.03	0.19	0.35	178.11	0.39	0.35	89.05	2.12	0.35	16.30	2.70	0.35	12.79
Si.b.04	0.10	0.83	854.92	0.19	0.83	427.5	2.40	0.83	34.56	2.69	0.83	30.82
Is.b.01	0.58	0.39	67.29	1.16	0.39	33.64	6.37	0.39	6.14	8.12	0.39	4.82
Is.b.02	0.39	0.31	80.15	0.78	0.31	40.07	3.26	0.31	9.54	4.42	0.31	7.03
Is.a.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.a.04	0.29	0.23	79.16	0.58	0.23	39.58	2.08	0.23	11.08	2.95	0.23	7.80
Is.a.06	1.16	0.14	11.87	2.33	0.14	5.94	1.38	0.14	10.02	4.87	0.14	2.84
Is.b.07	0.48	0.14	28.50	0.97	0.14	14.25	1.42	0.14	9.73	2.87	0.14	4.81
Is.a.08	1.55	0.23	15.03	3.10	0.23	7.51	9.77	0.23	2.38	14.42	0.23	1.62
Is.a.10	0.39	0.69	178.11	0.78	0.69	89.05	7.39	0.69	9.34	8.55	0.69	8.07
Is.b.11	0.19	0.97	498.71	0.39	0.97	249.3	5.15	0.97	18.75	5.74	0.97	16.85
Is.b.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.a.16	0.48	0.52	108.29	0.97	0.52	54.15	6.89	0.52	7.61	8.35	0.52	6.29
Is.b.20	0.29	0.46	158.32	0.58	0.46	79.16	3.90	0.46	11.81	4.77	0.46	9.65
Is.b.21	0.39	0.55	142.49	0.78	0.55	71.24	5.72	0.55	9.65	6.89	0.55	8.02

Tab. 67 - Rifiuti ortofrutticoli: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per abitazione

Nella tabella seguente (**Tab. 68**) e nel grafico (**Fig. 34**) sono messe a confronto le produzioni stimate di biogas utilizzando come biomassa solamente rifiuti ortofrutticoli derivanti dalle lavorazioni agricole con il fabbisogno di gas distinto per ogni categoria di utilizzo presa singolarmente. I risultati sono raggruppati rispetto alle tre tipologie aggregative individuate per il sistema residenziale.

House Aggregation Typology	inhabitants	methane			
		kitchen need	hot water need	heating need	total need
	n.	m ³	m ³	m ³	m ³
House in Settlements	42	4.07	8.14	40.19	52.40
Single Houses	10	0.97	1.94	10.06	12.97
Isolated Houses	64	6.20	12.40	53.33	71.94

House Aggregation Typology	biogas from vegetable waste				
	total prod.	kitchen need coverage	hot water need coverage	heating need coverage	total need coverage
	m ³	%	%	%	%
House in Settlements	4.58	112.43%	56.22%	11.38%	8.73%
Single Houses	1.47	151.65%	75.82%	14.61%	11.33%
Isolated Houses	4.70	75.81%	37.91%	8.82%	6.54%

Tab. 68 - Rifiuti ortofrutticoli: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per tipologia aggregativa

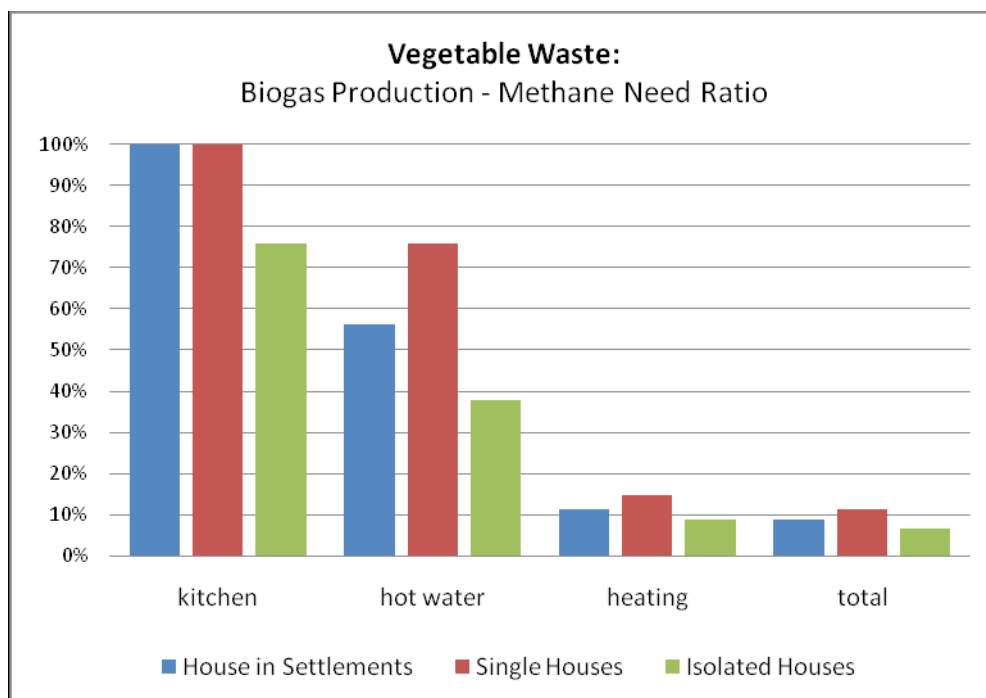


Fig. 34 - Rifiuti ortofrutticoli: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per tipologia aggregativa

3.2.2.5. Produzione potenziale di biogas utilizzando un processo di tipo wet: considerazioni conclusive

A seguito delle valutazioni effettuate ipotizzando un processo di digestione anaerobica di tipo wet per le abitazioni dell'area pilota, il risultato più interessante è relativo alla digestione dei rifiuti organici domestici che si stima riescano a produrre biogas sufficiente a coprire il 66% del fabbisogno per la cucina per le abitazioni appartenenti alla tipologia aggregativa delle costruzioni in insediamento. Tuttavia il fabbisogno energetico per la cottura dei cibi rappresenta appena il 14% del totale, percentuale troppo bassa per poter giustificare una proposta di utilizzo della biodigestione anaerobica in alternativa a scenari convenzionali per soddisfacimento del fabbisogno energetico per cucina, acqua calda e riscaldamento.

Si è scelto quindi di valutare le produzioni di biogas ottenibili sfruttando un processo di biodigestione più efficiente.

3.2.2.6. Ipotesi di utilizzo di un processo di tipo "dry"

I dati riportati di seguito si riferiscono all'ipotesi di utilizzo di un processo di digestione anaerobica di tipo "dry" a fase unica e ad una temperatura variabile tra i 35°C e i 37°C. Il processo di tipo "dry" utilizza biomasse caratterizzate da un contenuto di solidi totali superiore al 20%. Ciò significa che per substrati più diluiti sarà necessario un pretrattamento allo scopo di ridurre il contenuto di acqua. A causa della maggiore densità del materiale introdotto nel biodigestore, il livello tecnologico di un sistema che utilizza un processo di tipo "dry" è più elevato rispetto ad un sistema omologo che utilizzi un processo di tipo "wet" ed i costi di installazione, gestione e manutenzione risulteranno di conseguenza maggiori. Tuttavia, essendo la massa "digeribile" introdotta più concentrata, anche il volume dei biodigestori sarà ridotto a parità di produzione specifica di biogas rispetto ad un processo di tipo "wet".

I dati di processo relative alla tipologia "dry" sono raccolti nella tabella seguente (**Tab. 69**).

Code	Description	u.m.	Datum
RT	Retention Time	d	30
MEC	Methane Energy Content	MJ/m ³	38,81
T	Process Temperature	°C	35-37
TS/W	Proportion Total Solid/Substrate	%	20%

Tab. 69 – Dati relativi ad un processo di biodigestione di tipo dry

3.2.2.7. Produzione potenziale di biogas da fanghi attivi delle acque di scarico domestiche

In questo scenario sono messe a confronto le produzioni stimate di biogas utilizzando come biomassa i soli fanghi provenienti dalle acque reflue domestiche e le cui caratteristiche rilevanti sono riportate in tabella (**Tab. 70**)¹⁴⁵.

Code	Description	u.m.	Datum
Gy	Specific Gas Production (CH ₄ /VS)	m ³ /kg	0,13
M%	Methane Content Percentage in Biogas	%	65
VS%	Volatile Solid Content Percentage on Total Solid	%	65
TS%	Total Solid Content on Total Biomass	%	5
BEC	Biomass Energy Content	MJ/m ³	25,23
P	Biomass Specific Weight (=water)	kg/m ³	1000,00

Tab. 70 - Dati relativi alle acque reflue domestiche

¹⁴⁵ MALPEI, F., GARDONI, D., 2008. "La digestione anaerobica: i principi del processo biologico e i criteri di dimensionamento". In: VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

La tabella (**Tab. 71**) riporta i dati relativi alla stima del biogas prodotto utilizzando biodigestori della stessa capacità delle fosse settiche delle abitazioni.

House code	Methane											
	Kitchen			Hot Water			Heating			Total		
	Estimated daily			Estimated daily			Estimated daily			Estimated daily		
	Need	Prod.	Ratio	Need	Prod.	Ratio	Need	Prod.	Ratio	Need	Prod.	Ratio
	m ³	m ³	%	m ³	m ³	%	m ³	m ³	%	m ³	m ³	%
InA.b.01	1.16	0.13	11.60	2.33	0.13	5.80	6.39	0.13	2.11	9.88	0.13	1.36
InA.a.02	0.29	0.32	109.16	0.58	0.32	54.58	3.76	0.32	8.45	4.63	0.32	6.86
InA.b.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
InA.a.04	0.29	0.44	152.83	0.58	0.44	76.41	5.00	0.44	8.88	5.88	0.44	7.56
InA.a.05	0.19	0.14	73.69	0.39	0.14	36.84	1.14	0.14	12.51	1.72	0.14	8.29
InA.a.06	0.39	0.10	24.56	0.78	0.10	12.28	1.14	0.10	8.34	2.30	0.10	4.13
InB.a.01	0.39	0.10	24.56	0.78	0.10	12.28	1.69	0.10	5.63	2.85	0.10	3.34
InB.a.02	0.78	0.15	19.96	1.55	0.15	9.98	4.91	0.15	3.15	7.24	0.15	2.14
InB.a.03	0.48	0.63	129.69	0.97	0.63	64.84	11.84	0.63	5.31	13.29	0.63	4.73
InB.a.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
InB.a.05	0.10	1.14	1179	0.19	1.14	589.5	4.32	1.14	26.47	4.61	1.14	24.80
InB.b.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si.b.02	0.68	0.20	30.08	1.36	0.20	15.04	5.54	0.20	3.68	7.58	0.20	2.69
Si.a.03	0.19	0.24	122.81	0.39	0.24	61.40	2.12	0.24	11.24	2.70	0.24	8.82
Si.b.04	0.10	0.57	589.48	0.19	0.57	294.7	2.40	0.57	23.83	2.69	0.57	21.25
Is.b.01	0.58	0.27	46.39	1.16	0.27	23.20	6.37	0.27	4.23	8.12	0.27	3.32
Is.b.02	0.39	0.21	55.26	0.78	0.21	27.63	3.26	0.21	6.58	4.42	0.21	4.85
Is.a.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.a.04	0.29	0.16	54.58	0.58	0.16	27.29	2.08	0.16	7.64	2.95	0.16	5.38
Is.a.06	1.16	0.10	8.19	2.33	0.10	4.09	1.38	0.10	6.91	4.87	0.10	1.96
Is.b.07	0.48	0.10	19.65	0.97	0.10	9.82	1.42	0.10	6.71	2.87	0.10	3.31
Is.a.08	1.55	0.16	10.36	3.10	0.16	5.18	9.77	0.16	1.64	14.42	0.16	1.11
Is.a.10	0.39	0.48	122.81	0.78	0.48	61.40	7.39	0.48	6.44	8.55	0.48	5.56
Is.b.11	0.19	0.67	343.86	0.39	0.67	171.9	5.15	0.67	12.93	5.74	0.67	11.62
Is.b.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.a.16	0.48	0.36	74.67	0.97	0.36	37.33	6.89	0.36	5.25	8.35	0.36	4.33
Is.b.20	0.29	0.32	109.16	0.58	0.32	54.58	3.90	0.32	8.15	4.77	0.32	6.66
Is.b.21	0.39	0.38	98.25	0.78	0.38	49.12	5.72	0.38	6.65	6.89	0.38	5.53

Tab. 71 – Acque reflue: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per abitazione

Nella tabella (**Tab. 72**) e nel grafico seguenti (**Fig. 35**) sono messe a confronto le produzioni stimate di biogas utilizzando come biomassa i soli fanghi provenienti dalle acque reflue domestiche con il fabbisogno di gas distinto per ogni categoria di utilizzo presa singolarmente. I risultati sono raggruppati rispetto alle tre tipologie aggregative individuate per il sistema residenziale.

House Aggregation Typology	inhabitants	methane			
		kitchen need	hot water need	heating need	total need
	42	4.07	8.14	40.19	52.40
House in Settlements	10	0.97	1.94	10.06	12.97
Single Houses	64	6.20	12.40	53.33	71.94
Isolated Houses	42	4.07	8.14	40.19	52.40

House Aggregation Typology	biogas from wastewater				
	total prod. m ³	kitchen need coverage %	hot water need coverage %	heating need coverage %	total need coverage %
House in Settlements	3.16	77.53%	38.76%	7.85%	6.02%
Single Houses	1.01	104.56%	52.28%	10.07%	7.81%
Isolated Houses	3.20	51.53%	25.77%	5.99%	4.44%

Tab. 72 – Acque reflue: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per tipologia aggregativa

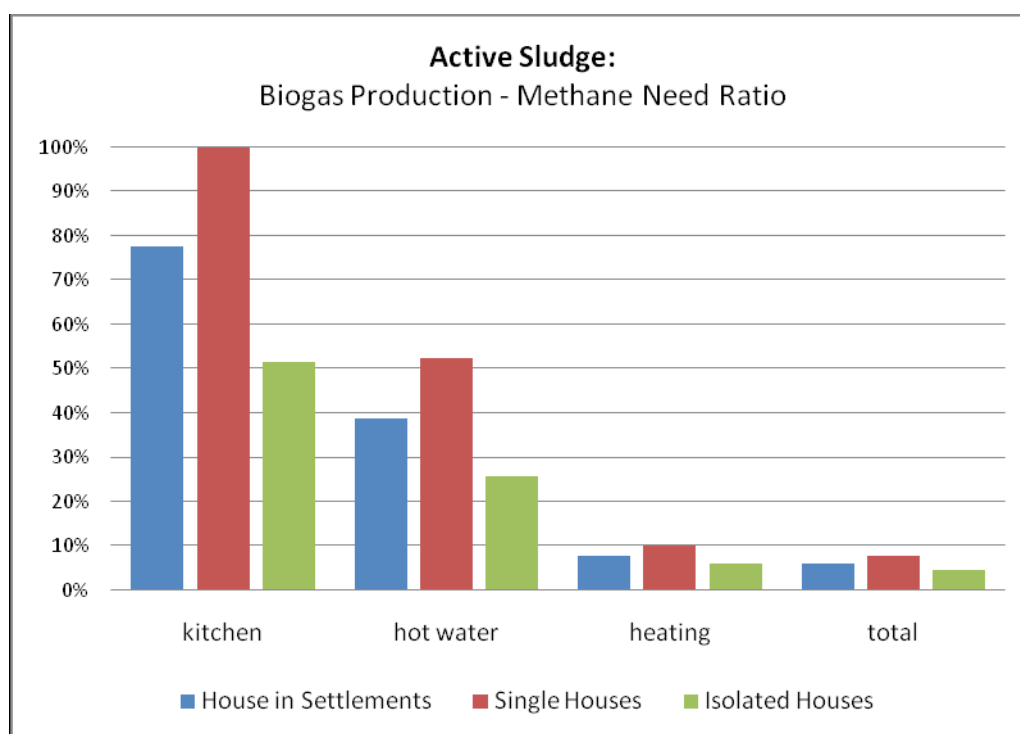


Fig. 35 - – Acque reflue: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per tipologia aggregativa

3.2.2.8. Produzione di biogas da rifiuti organici della cucina

In questo scenario sono messe a confronto le produzioni stimate di biogas utilizzando come biomassa i soli rifiuti organici provenienti dalle cucine delle singole abitazioni e le cui caratteristiche rilevanti sono riportate in tabella (**Tab. 73**)¹⁴⁶.

Code	Description	u.m.	Datum
Gy	Specific Gas Production (CH ₄ /VS)	m ³ /kg	0,45
M%	Methane Content Percentage in Biogas	%	63
VS%	Volatile Solid Content Percentage on Total Solid	%	95
TS%	Total Solid Content on Total Biomass	%	28
BEC	Biomass Energy Content	MJ/m ³	25,45
P	Biomass Specific Weight (=water)	kg/m ³	1000,00

Tab. 73 – Dati relativi ai rifiuti organici domestici

¹⁴⁶ MALPEI, F., GARDONI, D., 2008. "La digestione anaerobica: i principi del processo biologico e i criteri di dimensionamento". In: VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

La tabella (**Tab. 74**) riporta i dati relativi alla stima del biogas prodotto utilizzando biodigestori della stessa capacità delle fosse settiche delle abitazioni.

House code	Methane											
	Kitchen			Hot Water			Heating			Total		
	Estimated daily			Estimated daily			Estimated daily			Estimated daily		
	Need m ³	Prod. m ³	Ratio %	Need m ³	Prod. m ³	Ratio %	Need m ³	Prod. m ³	Ratio %	Need m ³	Prod. m ³	Ratio %
InA.b.01	1.16	0.93	79.62	2.33	0.93	39.81	6.39	0.93	14.48	9.88	0.93	9.37
InA.a.02	0.29	2.18	749.40	0.58	2.18	374.7	3.76	2.18	58.00	4.63	2.18	47.07
InA.b.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
InA.a.04	0.29	3.05	1049.2	0.58	3.05	524.6	5.00	3.05	60.94	5.88	3.05	51.90
InA.a.05	0.19	0.98	505.84	0.39	0.98	252.9	1.14	0.98	85.87	1.72	0.98	56.90
InA.a.06	0.39	0.65	168.61	0.78	0.65	84.31	1.14	0.65	57.25	2.30	0.65	28.36
InB.a.01	0.39	0.65	168.61	0.78	0.65	84.31	1.69	0.65	38.65	2.85	0.65	22.90
InB.a.02	0.78	1.06	137.00	1.55	1.06	68.50	4.91	1.06	21.61	7.24	1.06	14.67
InB.a.03	0.48	4.31	890.28	0.97	4.31	445.1	11.84	4.31	36.44	13.29	4.31	32.46
InB.a.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
InB.a.05	0.10	7.84	8093.5	0.19	7.84	4046	4.32	7.84	181.7	4.61	7.84	170.3
InB.b.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si.b.02	0.68	1.40	206.47	1.36	1.40	103.2	5.54	1.40	25.26	7.58	1.40	18.48
Si.a.03	0.19	1.63	843.07	0.39	1.63	421.5	2.12	1.63	77.15	2.70	1.63	60.54
Si.b.04	0.10	3.92	4046.7	0.19	3.92	2023	2.40	3.92	163.6	2.69	3.92	145.9
Is.b.01	0.58	1.85	318.49	1.16	1.85	159.3	6.37	1.85	29.06	8.12	1.85	22.81
Is.b.02	0.39	1.47	379.38	0.78	1.47	189.7	3.26	1.47	45.16	4.42	1.47	33.28
Is.a.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.a.04	0.29	1.09	374.70	0.58	1.09	187.4	2.08	1.09	52.43	2.95	1.09	36.93
Is.a.06	1.16	0.65	56.20	2.33	0.65	28.10	1.38	0.65	47.41	4.87	0.65	13.43
Is.b.07	0.48	0.65	134.89	0.97	0.65	67.45	1.42	0.65	46.08	2.87	0.65	22.76
Is.a.08	1.55	1.10	71.13	3.10	1.10	35.57	9.77	1.10	11.29	14.42	1.10	7.65
Is.a.10	0.39	3.27	843.07	0.78	3.27	421.5	7.39	3.27	44.21	8.55	3.27	38.20
Is.b.11	0.19	4.57	2360.6	0.39	4.57	1180	5.15	4.57	88.76	5.74	4.57	79.76
Is.b.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.a.16	0.48	2.48	512.59	0.97	2.48	256.3	6.89	2.48	36.03	8.35	2.48	29.76
Is.b.20	0.29	2.18	749.40	0.58	2.18	374.7	3.90	2.18	55.92	4.77	2.18	45.69
Is.b.21	0.39	2.61	674.46	0.78	2.61	337.2	5.72	2.61	45.67	6.89	2.61	37.96

Tab. 74 – Rifiuti organici domestici: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per abitazione

Nella tabella (**Tab. 75**) e nel grafico (**Fig. 36**) seguenti sono messe a confronto le produzioni stimate di biogas utilizzando come biomassa solamente rifiuti organici provenienti dalle cucine delle abitazioni con il fabbisogno di gas distinto per ogni categoria di utilizzo presa singolarmente. I risultati sono raggruppati rispetto alle tre tipologie aggregative individuate per il sistema residenziale.

House Aggregation Typology	inhabitants	methane			
		kitchen need	hot water need	heating need	total need
	n.	m ³	m ³	m ³	m ³
House in Settlements	42	4.07	8.14	40.19	52.40
Single Houses	10	0.97	1.94	10.06	12.97
Isolated Houses	64	6.20	12.40	53.33	71.94

House Aggregation Typology	biogas from kitchen waste				
	total prod.	kitchen need coverage	hot water need coverage	heating need coverage	total need coverage
	m ³	%	%	%	%
House in Settlements	21.66	532.21%	266.10%	53.89%	41.33%
Single Houses	6.96	717.81%	358.91%	69.15%	53.65%
Isolated Houses	21.94	353.78%	176.89%	41.14%	30.50%

Tab. 75 – Rifiuti organici domestici: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per tipologia aggregativa

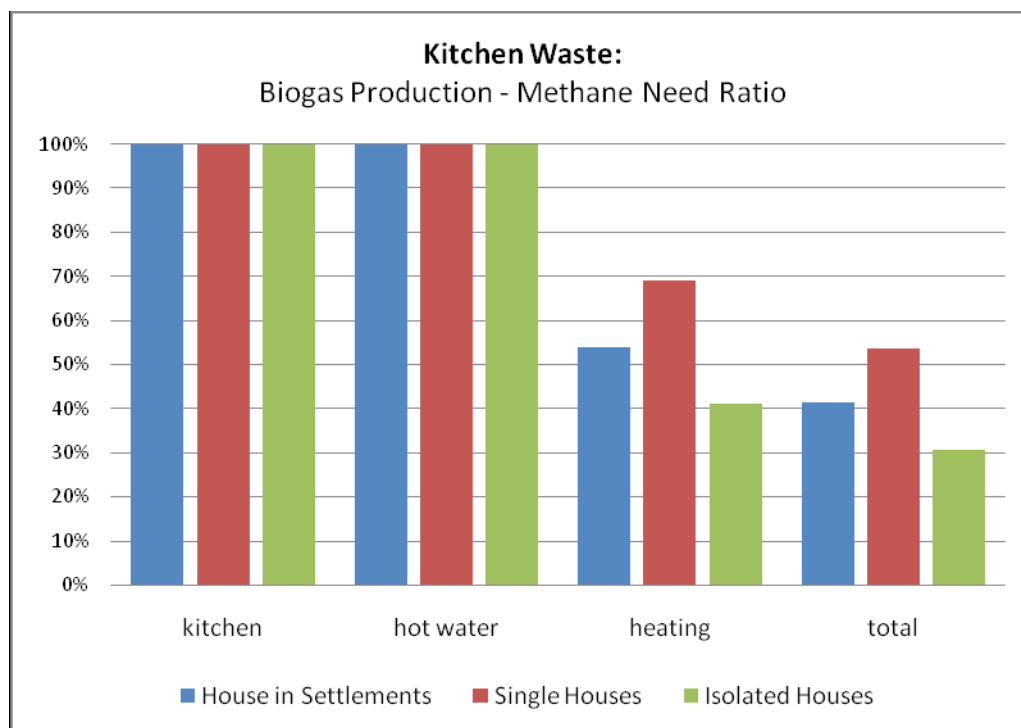


Fig. 36 – Rifiuti organici domestici: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per tipologia aggregativa

3.2.2.9. Produzione potenziale di biogas da rifiuti ortofrutticoli

In questo scenario sono messe a confronto le produzioni stimate di biogas utilizzando come biomassa i soli rifiuti ortofrutticoli provenienti dalle lavorazioni agricole e le cui caratteristiche rilevanti sono riportate in tabella (**Tab. 76**)¹⁴⁷.

Code	Description	u.m.	Datum
Gy	Specific Gas Production (CH ₄ /VS)	m ³ /kg	0,43
M%	Methane Content Percentage in Biogas	%	65
VS%	Volatile Solid Content Percentage on Total Solid	%	95
TS%	Total Solid Content on Total Biomass	%	30
BEC	Biomass Energy Content	MJ/m ³	25,23
P	Biomass Specific Weight (=water)	kg/m ³	1000,00

Tab. 76– Dati relativi ai rifiuti ortofrutticoli

¹⁴⁷ MALPEI, F., GARDONI, D., 2008. *La digestione anaerobica: i principi del processo biologico e i criteri di dimensionamento*. In: VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., (a cura di) 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

La tabella (**Tab. 77**) riporta i dati relativi alla stima del biogas prodotto utilizzando biodigestori della stessa capacità delle fosse settiche delle abitazioni

House code	Methane											
	Kitchen			Hot Water			Heating			Total		
	Estimated daily			Estimated daily			Estimated daily			Estimated daily		
	Need	Prod.	Ratio	Need	Prod.	Ratio	Need	Prod.	Ratio	Need	Prod.	Ratio
	m ³	m ³	%	m ³	m ³	%	m ³	m ³	%	m ³	m ³	%
InA.b.01	1.16	0.98	84.11	2.33	0.98	42.05	6.39	0.98	15.30	9.88	0.98	9.90
InA.a.02	0.29	2.30	791.60	0.58	2.30	395.8	3.76	2.30	61.27	4.63	2.30	49.72
InA.b.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
InA.a.04	0.29	3.22	1108.2	0.58	3.22	554.1	5.00	3.22	64.38	5.88	3.22	54.82
InA.a.05	0.19	1.04	534.33	0.39	1.04	267.2	1.14	1.04	90.71	1.72	1.04	60.10
InA.a.06	0.39	0.69	178.11	0.78	0.69	89.05	1.14	0.69	60.47	2.30	0.69	29.96
InB.a.01	0.39	0.69	178.11	0.78	0.69	89.05	1.69	0.69	40.83	2.85	0.69	24.19
InB.a.02	0.78	1.12	144.71	1.55	1.12	72.36	4.91	1.12	22.83	7.24	1.12	15.49
InB.a.03	0.48	4.56	940.42	0.97	4.56	470.2	11.84	4.56	38.49	13.29	4.56	34.28
InB.a.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
InB.a.05	0.10	8.28	8549.2	0.19	8.28	4275	4.32	8.28	192	4.61	8.28	179.9
InB.b.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si.b.02	0.68	1.48	218.09	1.36	1.48	1091	5.54	1.48	26.68	7.58	1.48	19.52
Si.a.03	0.19	1.73	890.55	0.39	1.73	445.3	2.12	1.73	81.50	2.70	1.73	63.94
Si.b.04	0.10	4.14	4274.6	0.19	4.14	2137	2.40	4.14	172.8	2.69	4.14	154.1
Is.b.01	0.58	1.96	336.43	1.16	1.96	168.2	6.37	1.96	30.69	8.12	1.96	24.10
Is.b.02	0.39	1.55	400.75	0.78	1.55	200.4	3.26	1.55	47.70	4.42	1.55	35.15
Is.a.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.a.04	0.29	1.15	395.80	0.58	1.15	197.9	2.08	1.15	55.38	2.95	1.15	39.01
Is.a.06	1.16	0.69	59.37	2.33	0.69	29.68	1.38	0.69	50.08	4.87	0.69	14.18
Is.b.07	0.48	0.69	142.49	0.97	0.69	71.24	1.42	0.69	48.67	2.87	0.69	24.04
Is.a.08	1.55	1.16	75.14	3.10	1.16	37.57	9.77	1.16	11.92	14.42	1.16	8.08
Is.a.10	0.39	3.45	890.55	0.78	3.45	445.3	7.39	3.45	46.70	8.55	3.45	4035
Is.b.11	0.19	4.83	2493.5	0.39	4.83	1247	5.15	4.83	93.76	5.74	4.83	84.25
Is.b.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.b.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Is.a.16	0.48	2.62	541.45	0.97	2.62	270.7	6.89	2.62	38.06	8.35	2.62	31.43
Is.b.20	0.29	2.30	791.60	0.58	2.30	395.8	3.90	2.30	59.07	4.77	2.30	48.27
Is.b.21	0.39	2.76	712.44	0.78	2.76	356.2	5.72	2.76	48.25	6.89	2.76	40.10

Tab. 77 - Rifiuti ortofrutticoli: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per abitazione

Nella tabella seguente (**Tab. 78**) e nel grafico (**Fig. 37**) sono messe a confronto le produzioni stimate di biogas utilizzando come biomassa solamente rifiuti ortofrutticoli derivanti dalle lavorazioni agricole con il fabbisogno di gas distinto per ogni categoria di utilizzo presa singolarmente. I risultati sono raggruppati rispetto alle tre tipologie aggregative individuate per il sistema residenziale.

House Aggregation Typology	inhabitants	methane			
		kitchen need	hot water need	heating need	total need
	n.	m ³	m ³	m ³	m ³
House in Settlements	42	4.07	8.14	40.19	52.40
Single Houses	10	0.97	1.94	10.06	12.97
Isolated Houses	64	6.20	12.40	53.33	71.94

House Aggregation Typology	biogas from vegetable waste				
	total prod.	kitchen need coverage	hot water need coverage	heating need coverage	total need coverage
	m ³	%	%	%	%
House in Settlements	22.88	562.17%	281.09%	56.92%	43.66%
Single Houses	7.35	758.24%	379.12%	73.04%	56.67%
Isolated Houses	23.18	373.70%	186.85%	43.46%	32.22%

Tab. 78 - Rifiuti ortofrutticoli: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per tipologia aggregativa

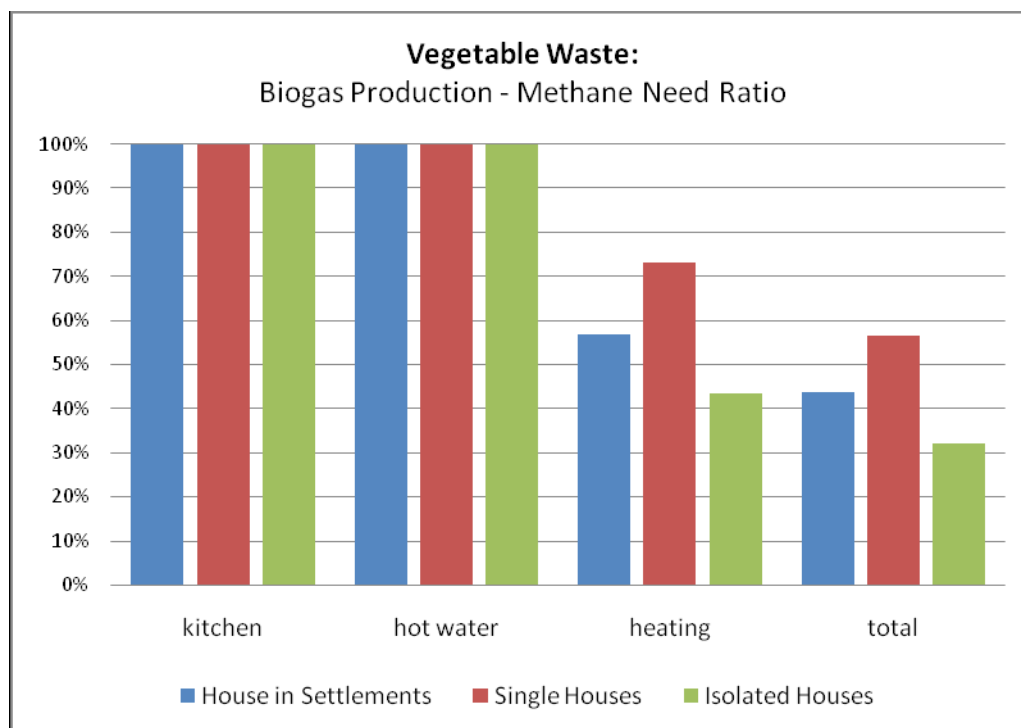


Fig. 37 - Rifiuti ortofrutticoli: rapporto fra produzione di biogas e fabbisogno di metano distinto per tipologia aggregativa

3.2.2.10. Ipotesi di utilizzo di un processo di tipo dry: considerazioni conclusive

La stima della produzione potenziale di biogas utilizzando un processo di tipo dry conduce a risultati che indicano nel caso migliore, relativo all'utilizzo di biomasse da prodotti ortofrutticoli, percentuali di copertura del fabbisogno energetico medio totale per cucina, acqua calda e riscaldamento superiori al 44% (circa il 44% per le costruzioni in insediamento, il 32% circa per le costruzioni isolate e il 57% circa per le costruzioni singole), che si traducono in risparmi sui consumi energetici per le singole utenze.

Alla luce delle stime effettuate si può a ragione sostenere che gli scenari di integrazione tecnologica ipotizzati per l'area pilota mostrano risultati quanto meno interessanti che ne giustificano un approfondimento per un'applicazione al contesto reale. Queste considerazioni trovano conforto negli esiti di ricerche sperimentali in atto o già condotte che mostrano come sia possibile incrementare l'efficienza nella produzione di biogas attraverso la miscelazione di substrati quali acque di scarico domestiche, rifiuti organici della cucina e rifiuti di origine vegetale, come previsto dagli scenari ipotizzati per il Progetto Pilota.

Ad esempio nell'esperienza condotta nel progetto denominato "Acquanova"¹⁴⁸, i ricercatori del dipartimento IMAGE dell'università di Padova hanno installato un sistema sperimentale di biodigestione anaerobica in un rifugio di montagna in Italia nel Bellunese. Allo scopo di alimentare il sistema, gli scarichi domestici sono preventivamente ridotti nel loro contenuto di acqua e separati in "brown water" e "yellow water" attraverso l'utilizzo di speciali pezzi igienici, vengono miscelati con rifiuti organici in quantità testate in laboratorio e tali da massimizzare la produzione di biogas. Le produzioni del sistema di biodigestione sono sufficienti a rendere autosufficiente il sistema stesso e a coprire interamente i fabbisogni per la cucina.

La tabella seguente (**Tab. 79**) stima e mette a confronto le produzioni giornaliere, per ogni singola abitazione, di acque reflue, ricavate dai consumi di acqua stimati, e rifiuti organici, allo scopo di determinare la quantità giornaliera di rifiuti di origine agricola necessaria a riempire le fosse settiche per la produzione di biogas. Il grafico (**Fig. 38**) mostra le quantità medie giornaliere stimate delle diverse tipologie di biomasse in entrata nei biodigestori delle abitazioni dell'area pilota.

House Code	Tank	Wastewater		Kitchen waste		Vegetable waste		Biomass comp.		
	Size	Prod.	Share	Prod.	Share	Need	Share	Liquid	Solid	
	lt/day	lt/day	%	lt/day	%	lt/day	%	%	%	%
InA.b.01	4,420.00	1892.36	42.81%	5.78	0.13%	2,521.85	57.06%	80.71%	19.29%	
InA.a.02	2,600.00	473.09	18.20%	1.45	0.06%	2,125.46	81.75%	74.55%	25.45%	
InA.b.03	1,560.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	
InA.a.04	3,640.00	473.09	13.00%	1.45	0.04%	3,165.46	86.96%	73.25%	26.75%	
InA.a.05	780.00	315.39	40.44%	0.96	0.12%	463.64	59.44%	80.11%	19.89%	
InA.a.06	1,040.00	630.79	60.65%	1.93	0.19%	407.28	39.16%	85.17%	14.83%	
InB.a.01	1,040.00	630.79	60.65%	1.93	0.19%	407.28	39.16%	85.17%	14.83%	
InB.a.02	3,380.00	1.26	0.04%	3.86	0.11%	3,374.88	99.85%	70.01%	29.99%	
InB.a.03	8,580.00	788.48	9.19%	2.41	0.03%	7,789.11	90.78%	72.30%	27.70%	
InB.a.04	3,120.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	
InB.a.05	3,120.00	157.70	5.05%	0.48	0.02%	2,961.82	94.93%	71.26%	28.74%	
InB.b.06	3,900.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	
Si.b.02	3,900.00	1,103.88	28.30%	3.37	0.09%	2,792.75	71.61%	77.08%	22.92%	

¹⁴⁸ COSSU, R., et al., 2008. "Digestione anaerobica integrata nei rifugi di montagna: esperienze e prospettive". In: VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., (a cura di) 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

Si.a.03	1,300.00	315.39	24.26%	0.96	0.07%	983.64	75.66%	76.07%	23.93%
Si.b.04	1,560.00	157.70	10.11%	0.48	0.03%	1,401.82	89.86%	72.53%	27.47%
Is.b.01	4,420.00	946.18	21.41%	2.89	0.07%	3,470.93	78.53%	75.35%	24.65%
Is.b.02	2,340.00	630.79	26.96%	1.93	0.08%	1,707.28	72.96%	76.74%	23.26%
Is.a.03	2,860.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
Is.a.04	1,300.00	473.09	36.39%	1.45	0.11%	825.46	63.50%	79.10%	20.90%
Is.a.06	3,120.00	1,892.36	60.65%	5.78	0.19%	1,221.85	39.16%	85.17%	14.83%
Is.b.07	1,300.00	788.48	60.65%	2.41	0.19%	509.11	39.16%	85.17%	14.83%
Is.a.08	7,020.00	2,523.15	35.94%	7.71	0.11%	4,489.14	63.95%	78.99%	21.01%
Is.a.10	5,200.00	630.79	12.13%	1.93	0.04%	4,567.28	87.83%	73.03%	26.97%
Is.b.11	3,640.00	315.39	8.66%	0.96	0.03%	3,323.64	91.31%	72.17%	27.83%
Is.b.12	1,560.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
Is.b.13	2,080.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
Is.b.14	1,300.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
Is.b.15	1,820.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
Is.a.16	4,940.00	788.48	15.96%	2.41	0.05%	4,149.11	83.99%	73.99%	26.01%
Is.b.20	2,600.00	473.09	18.20%	1.45	0.06%	2,125.46	81.75%	74.55%	25.45%
Is.b.21	4,160.00	630.79	15.16%	1.93	0.05%	3,527.28	84.79%	73.79%	26.21%
Average	3,019.35	740.54	27.17%	2.43	0.09%	2,535.29	72.75%	76.79%	23.21%

Tab. 79 – Stima della quantità di rifiuti ortofrutticoli necessari a riempire i biodigestori delle singole abitazioni

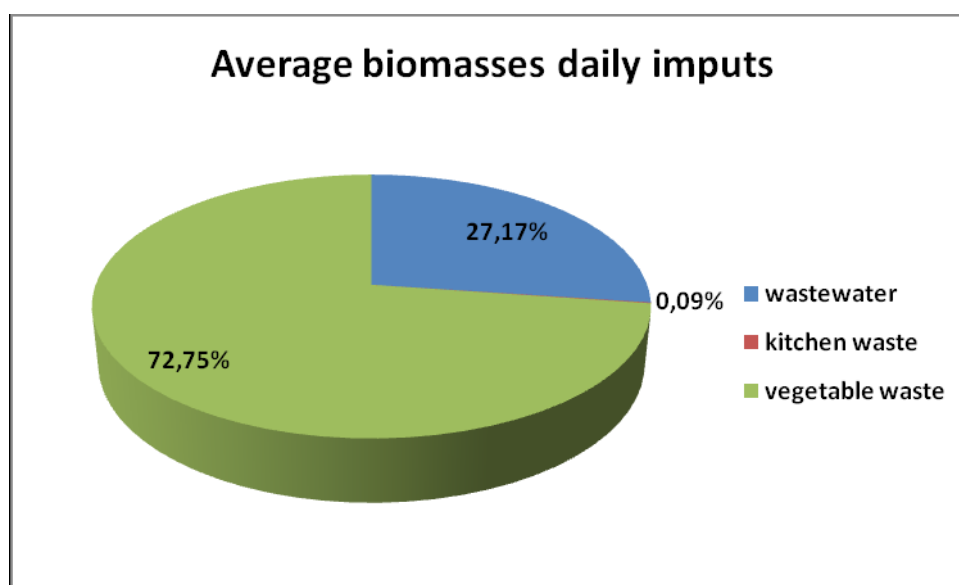


Fig. 38 – Quantità medie giornaliere stimate delle diverse tipologie di biomasse in entrata nei biodigestori

In media si stima che circa il 70% della biomassa necessaria a riempire i biodigestori, ricavati dai volumi delle fosse settiche delle abitazioni, debba provenire dagli scarti della lavorazione agricola. Inoltre il contenuto medio in solidi e liquidi della biomassa (contenuto liquido circa del 77% e solido del 23%), renderebbe attuabile un processo di digestione anaerobica di tipo "dry" senza ulteriori pretrattamenti.

4 Lo stile di vita Infra-Free (Infra-Free Life) nell'ambito delle strategie del Parco Agricolo

Le reti di infrastrutturazione primaria, relative alla distribuzione di acqua, elettricità e gas e per lo smaltimento delle acque reflue, rappresentano una delle problematiche di maggiore impatto nei bilanci delle amministrazioni locali soprattutto se sono chiamate a intervenire in ambienti edificati cresciuti per successive addizioni di volumi in parte o totalmente abusivi.

Il Progetto Pilota IF proposto ambisce a innescare un'azione rigenerativa più profonda ed efficace che porti ad andare oltre il limite delle reti infrastrutturali elevando la visione di analisi alla complessità delle "reti relazionali". Superando concetti essenzialmente economico-funzionali, il Progetto Pilota IF punta ad una ricalibrazione delle relazioni che intercorrono tra sistema agricolo-naturale e insediativo-residenziale in una visione che prende atto della pluralità dei valori in gioco, da quelli ecologici a quelli socioculturali. Mettendole in rete e inserite in sistemi di relazioni non gerarchizzati e ricchi di interdipendenze, le risorse della città abusiva periurbana possono riconquistare autonomia rilevanza e concorrere positivamente alla rivalorizzazione endogena del territorio¹⁴⁹.

Il Progetto Pilota IF coglie gli elementi "negativi", quali lo stato di incompiutezza e gli spazi aperti e frammentati lasciati ad una naturalità diffusa, quali tasselli fondamentali di un progetto di riformulazione delle relazioni tra i vari frammenti urbani, naturali e produttivi rappresentati nelle loro differenti posizioni, istanze, caratteristiche tecniche, ecc., ma inseriti nella "grande figura" del Parco Agricolo con i valori che esso intende preservare e le visioni strategiche che delinea¹⁵⁰. La città diffusa cresciuta accompagnandosi al fenomeno dell'abusivismo, nello spazio dell'incompiuto inutilizzato o sottoutilizzato, poco definito nella propria funzione, si presta alla trasformazione, diventa il terreno di prova ideale per la sperimentazione di nuovi approcci progettuali. Essa avvia un processo di rigenerazione di se stessa "facendo i conti con il suo portato di indifferenza e sottodotazione, ma anche di indeterminazione e quindi di possibilità"¹⁵¹.

Le reti di infrastrutturazione primaria hanno dimostrato grandi limiti di applicabilità in un edificato cresciuto in modo disomogeneo e sparso; il Progetto Pilota IF esprime il tentativo di coniugare e commisurare la scelta delle dotazioni tecniche per la fornitura dei servizi primari mettendo a punto ipotesi di trasferimento tecnologico "in cui la rete intesa come ramificazione rigida si dissolve, assumendo le forme di un sistema aperto di componentistica ambientale di promozione individuale, ritornando sotto forma di pochi capisaldi fissati come condizione di base, attorno a cui si predispongono spazi lasciati alla capacità di organizzazione dei singoli"¹⁵². Piuttosto che una semplice messa a norma dell'esistente, il Progetto Pilota IF, ipotizzando dotazioni tecniche alternative per i servizi primari, si traduce in un'azione minima di trasformazione dell'esistente capace di intrecciare le questioni poste a base nelle scelte strategiche del Parco Agricolo, da quella sanitaria ed energetica degli insediamenti abusivi a questioni più generali di sviluppo sostenibile della produttività agricola e di ecologia territoriale, tutto ciò attraverso la costruzione di un diverso "paesaggio tecnologico". L'infrastrutturazione della città abusiva secondo il modello della città moderna è un progetto irrealizzato e

¹⁴⁹ GAMBINO, R., 1999. "Oltre la insostenibile periferia". In: CAMAGNI, R., 1999, a cura di. *La pianificazione sostenibile delle aree periurbane*. Bologna: Il Mulino, pp. 186-191.

¹⁵⁰ SECCHI, B., 2000. *Prima lezione di urbanistica*. Bari: Laterza, 2000, pp. 156-160.

¹⁵¹ ZANFI, F., 2008. *Città latenti – Un progetto per l'Italia abusiva*. Milano: Bruno Mondadori, p. 206.

¹⁵² ZANFI, F., 2008. *Città latenti – Un progetto per l'Italia abusiva*. Milano: Bruno Mondadori, p. 214.

difficilmente realizzabile. Di contro il Progetto Pilota IF, agendo entro dinamiche proprie delle condizioni reali dei contesti insediativi abusivi, tenta di assecondarne la naturale propensione all'autorganizzazione con un sistema diffuso di impiantistica puntuale low-tech, che si presta pertanto ad un *upgrading* continuo promuovendo la sperimentazione di dotazioni energetico-sanitarie sempre più sostenibili ed efficaci nel favorire la chiusura del ciclo energia – risorse - rifiuti e la riappropriazione del territorio da parte degli abitanti¹⁵³.

In questa ipotesi all'ente di governo del Parco Agricolo è affidato il ruolo fondamentale di gestione dell'intero processo, dalla raccolta e trasporto dei sottoprodotti della lavorazione agricola e dei fertilizzanti dai reattori anaerobici delle abitazioni, alla manutenzione degli ecosistemi umidi artificiali per il trattamento degli effluenti del sistema residenziale.

Affinché il sistema ipotizzato sia efficace è necessario che il Parco Agricolo raccolga il governo locale e le rappresentanze del comparto agricolo produttivo e degli abitanti dell'area periurbana in un unico ente di governo.

Il comparto agricolo e gli abitanti sono i soggetti attuatori del processo di qualificazione nonché i destinatari delle scelte tecniche e gestionali. Come visto nel caso del villaggio bioenergetico di Jühnde, diventa essenziale la cooperazione degli operatori agricoli e degli abitanti nella gestione del ciclo energia – risorse - rifiuti, cooperazione che si attua nella formazione di un consorzio di gestione del Parco Agricolo. Lo scopo è quello di bilanciare e garantire condizioni stabili e durature per la fornitura dei sottoprodotti delle lavorazioni agricole, quale biomassa integrativa per la produzione del biogas ad uso domestico, e del fertilizzante prodotto dai reattori anaerobici. Il consorzio del Parco Agricolo diventa l'ente di riferimento per la manutenzione e la gestione dei biodigestori, dei wastewater gardens e degli ecosistemi umidi artificiali consortili lungo i corsi d'acqua. Mentre per i digestori domestici e per i wastewater gardens installati negli spazi aperti privati delle abitazioni, si può immaginare la necessità di supporto tecnico solo o soprattutto nelle fasi iniziali di funzionamento, in quanto si tratta di sistemi semplici a basso livello tecnologico, gli ecosistemi artificiali consortili richiedono il lavoro di una piccola squadra di tecnici che ne curi la manutenzione e la gestione, ne verifichi il corretto funzionamento e tenga sotto controllo i parametri di qualità nel trattamento delle acque.

L'ente pubblico all'interno del consorzio si fa carico della formazione della squadra tecnica che, non dovendo gestire tecnologie complesse, potrebbe essere formata in massima parte da operatori arruolati sul territorio stesso, creando nuove opportunità locali di impiego. L'amministratore locale, modificando il suo ruolo tradizionale di semplice erogatore di servizi, diventa un partner durante l'iter di pianificazione prima e di gestione poi del processo qualificativo ricercando canali di finanziamento e promozione ed esercitando un controllo tecnico e procedurale, soprattutto nelle fasi iniziali di start-up.

Fermo restando il caposaldo dell'impossibilità di delegare ad un livello di governo superiore a quello della comunità periurbana la soluzione dei conflitti e la mitigazione dei guasti provocati dalle azioni edilizie illegali, il ruolo dell'amministratore pubblico locale all'interno dell'ente Parco Agricolo, si traduce in un'azione di limitazione della burocrazia e di supporto attraverso l'uso di politiche volte a facilitare il processo di qualificazione innescato dagli interventi ipotizzati nel Progetto Pilota.

¹⁵³ ZANFI, F., 2008. *Città latenti – Un progetto per l'Italia abusiva*. Milano: Bruno Mondadori, pp. 215-216.

Quanto descritto in precedenza è riportato sinteticamente nella tabella seguente (**Tab. 80**) in cui i singoli processi relativi al funzionamento delle tecnologie ipotizzate per l'area pilota sono riferiti ai soggetti costituenti l'ente di governo del Parco Agricolo chiamati principalmente alla loro gestione.

Agricultural Park			
Authority	Technologies		
Tasks	Biodigesters	Artificial Wetlands	Wastewater Gardens
Start-up	Local Government	Local Government	Local Government
	House System		House System
Implementation	House System	Local Government	House System
Maintenance	House System	Local Government	House System
Process Control	Local Government	Local Government	Local Government
Quality Treatment Control	Local Government	Local Government	Local Government
Funds Search	Local Government	Local Government	Local Government
Input Management	House System	House System	House System
	Agricultural System		
Output Management	House System	Local Government	House System
By-products Management	Agricultural System	Agricultural System	House System

Tab. 80 – Processi relativi alle tecnologie impiegate nell'area pilota e attori coinvolti nella loro gestione

4.1 Prospettive di qualificazione per il sistema naturale e rurale produttivo

L'attuazione delle ipotesi formulate per il Progetto Pilata IF conduce ad evidenti vantaggi nella mitigazione degli impatti indotti dalle azioni edificatorie abusive sul sistema naturale e sul comparto agricolo (**Tab. 81**). L'utilizzo dei wastewater gardens promuove e realizza la riduzione della tendenza a pavimentare gli spazi non coperti e interferire quindi sulla permeabilità dei suoli, facendo leva sulla necessità primaria degli abitanti al trattamento delle acque reflue domestiche. Gli ecosistemi umidi artificiali consortili lungo i corsi d'acqua oltre alla fondamentale funzione di trattamento degli effluenti dei biodigestori degli insediamenti abusivi, svolgono il ruolo non secondario di presidio contro l'erosione delle fasce riparie attuando un'efficace mitigazione del rischio idrogeologico. Insieme ai wastewater gardens, possono utilizzare una larga varietà di essenze vegetali locali, fungendo da attrattori per la fauna locale contribuendo in tal modo alla ricostituzione degli ecosistemi compromessi dall'edilizia abusiva cresciuta senza controllo.

La messa a sistema del comparto agricolo con quello insediativo residenziale, realizza vantaggi per entrambi che per l'attività rurale produttiva si traducono in una valorizzazione delle colture tradizionali riconosciute con il marchio D.O.P. e I.G.P. della nocciola tonda di Giffoni e dell'olio delle colline salernitane, che nei loro disciplinari di produzione non prevedono l'utilizzo di fertilizzanti di origine sintetica. L'impiego del digestato ricavato dai processi di digestione anaerobica dei reattori compatti domestici risponde a questa esigenza in un modo conveniente attraverso l'utilizzo di un concime di alta qualità prodotto localmente non gravato quindi da costi di produzione, di trasporto e di intermediazione. Una scelta di questo tipo dà un importante apporto alla redditività delle colture tradizionali e potrebbe ridurre la tendenza in atto a sostituirle con colture intensive protette, causa di omologazione della produzione agricola e di svalutazione percettiva del paesaggio agrario.

Sistema Naturale e Rurale - Produttivo			
Tecnologie	Mitigazione Conflitti		
	Economici	Ambientali	Sociali
Biodigestori	Trattamento dei rifiuti di origine agricola; Produzione di fertilizzante a basso costo; Valorizzazione delle colture qualificate;	Riduzione della tendenza all'omologazione e alla banalizzazione del paesaggio agrario;	Creazione di nuove relazioni fra gli abitanti e gli operatori del settore agricolo;
Wastewater Gardens		Riduzione della tendenza a pavimentare gli spazi aperti pertinenziali; Ricostituzione degli ecosistemi danneggiati;	
Ecosistemi Umidi Artificiali	Possono essere utilizzati per la produzione di foraggi e prodotti a supporto dell'attività agricola;	Presidio contro l'erosione delle fasce riparie e riduzione del rischio idrogeologico; Ricostituzione degli ecosistemi danneggiati;	
Scenari di integrazione		Elusione dell'utilizzo di energia e materie prime per la costruzione di reti infrastrutturali convenzionali; Elusione del rischio di trasformazione ulteriore del territorio dovuto alla creazione di reti infrastrutturali convenzionali;	Cooperazione degli operatori del settore agricolo nella gestione dei processi;

Tab. 81 – Prospettive di qualificazione per il sistema naturale e rurale produttivo

4.2 Prospettive di qualificazione per il sistema insediativo residenziale

Facendo leva sulla richiesta fondamentale di servizi primari, il sistema ipotizzato per il Progetto Pilota innesca un processo di qualificazione degli insediamenti abusivi ad un livello sia economico che sociale ed ambientale (**Tab. 82**). I vantaggi di tipo economico per gli abitanti sono evidenti nel risparmio sui servizi di fornitura energetica e di raccolta e trattamento delle acque reflue domestiche nonché dei rifiuti solidi organici. Questo aspetto costituisce anche il presupposto dell'efficacia di tutto il sistema in quanto dà una soluzione alternativa alle reti infrastrutturali conveniente e quindi convincente per i cittadini mantenendo gli stessi livelli di efficienza garantiti dalle soluzioni tecniche convenzionali. Allo stesso tempo incontra le esigenze dell'amministrazione pubblica di fornire risposte efficaci a risolvere le criticità maggiori dell'abitato abusivo diffuso attraverso soluzioni adeguate ai concetti di preservazione del territorio e dell'ambiente periurbano investendo risorse economiche contenute.

Gli ecosistemi umidi artificiali consortili possono poi diventare un'importante occasione di riappropriazione del territorio periurbano da parte degli abitanti, prestandosi ad essere fruiti, se opportunamente attrezzati, come luoghi svago e di godimento della natura. In quest'ottica le fasce fluviali riqualificate possono costituire un attrattore anche per un tipo di turismo locale a carattere ambientale.

Da un punto di vista sociale, il sistema proposto dal Progetto Pilota ambisce a diventare anche un innesco per un processo di rigenerazione delle comunità abusive, nate sulla scorta di meri interessi privatistici e prive di una vera e propria connotazione identitaria. Lungi dal voler porsi come tabula rasa rispetto al passato, tuttavia il processo di qualificazione agisce come un reagente sui valori che tale ambiente insediativo pur esprime, innestandosi sulle pratiche illecite in atto e cercando di indirizzarle verso scenari di vita comunitari più sostenibili.

Sistema Insediativo Residenziale			
Tecnologie	Mitigazione Conflitti		
	Economici	Ambientali	Sociali
Biodigestori	Risparmio sul trattamento dei reflui rispetto a sistemi decentralizzati convenzionali; Risparmi su consumi energetici, su raccolta e trattamento dei reflui domestici e dei rifiuti solidi organici;	Trattamento efficace dei reflui domestici e dei rifiuti organici;	Creazione di nuove relazioni fra gli abitanti e gli operatori del settore agricolo;
Wastewater Gardens	Risparmio sul trattamento dei reflui rispetto a sistemi decentralizzati convenzionali;	Trattamento più efficace dei reflui domestici; Riduzione della tendenza a pavimentare gli spazi aperti pertinenziali; Miglioramento nella percezione degli insediamenti;	
Ecosistemi Umidi Artificiali	Risparmio sul trattamento dei reflui rispetto a sistemi decentralizzati convenzionali;	Trattamento più efficace dei reflui domestici;	Creazione di aree verdi di svago utilizzabili dagli abitanti;
Scenari di integrazione	Riduzione generale dei costi per il trasferimento in altro sito di rifiuti e reflui per il trattamento e lo smaltimento; Elusione dei costi per la costruzione di reti infrastrutturali convenzionali;	Miglioramento generale delle condizioni igieniche degli insediamenti;	Spinta a creare "comunità" intorno alla gestione dei processi; Innesco di un processo di riappropriazione del territorio da parte degli abitanti;

Tab. 82 – Prospettive di qualificazione per il sistema insediativo residenziale

Bibliografia

Il fenomeno dell'abusivismo e della periurbanizzazione

BERTUGLIA, C. S., STANGHELLINI, A., STARICCO, L., a cura di, 2003. *La diffusione urbana : tendenze attuali, scenari futuri*. Milano: Franco Angeli.

BOSCACCI, F., CAMAGNI, R., a cura di, 1994. *Tra città' e campagna periurbanizzazione e politiche territoriali*. Bologna: il Mulino.

CAMAGNI, R., a cura di, 1999. *La pianificazione sostenibile delle aree periurbane*. Bologna: Il Mulino.

CAMAGNI, R., GIBELLI, M., C., RIGAMONTI, P., 2002. *I costi collettivi della città dispersa*. Firenze: Alinea.

CANTONE, F., e VIOLA, S., 2002. *Governare le trasformazioni – un progetto per le corti di Ortigia in Siracusa*. Napoli: Guida.

DAL POZZOLO, L., a cura di, 2002, *Fuori città, senza campagna - Paesaggio e progetto nella città diffusa*. Milano: FrancoAngeli.

DETRAGIACHE, A, a cura di, 2003, *Dalla città diffusa alla città diramata*. Milano: FrancoAngeli

EEA (European Environment Agency), 2006. *Urban Sprawl in Europe. The ignored challenge* [online]. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Disponibile su http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2006_10/eea_report_10_2006.pdf [16/11/2009].

FRUMKIN, H., FRANK, L., JACKSON, R., 2004. *Urban Sprawl and Public Health – Designing, Planning and Building*. Washington D.C.: Island Press.

INDOVINA, F., 1990. *La città diffusa*. Venezia: DAEST.

MUMFORD, L., 1967. *La città nella storia (traduzione di Ettore Capriolo)*. Milano: Industrie Grafiche A. Nicola & C.

MUMFORD, L., 1971. *Il futuro della città (traduzione di Anna Del Bo)*. Sancasciano Val di Pesa, Firenze: Officine Grafiche Fratelli Stianti

NORSA, A., e MISSORI, A., 2008. *Nuove professionalità contro l'abusivismo*, in *Scenari dell'abitare abusivo – Strategie per l'intervento di recupero*, Atti del convegno internazionale. Napoli: Luciano.

SARTORE, M., 1988. "Forme e processi di urbanizzazione diffusa". *Archivio di Studi Urbani e Regionali*, n. 32, pp. 165-218.

SECCHI, B., 1998. "Progettare la periferia e la città diffusa". In: Macchi Cassia, C., a cura di, 1998. *Il progetto del territorio urbano*. Milano: FrancoAngeli, pp. 194-195.

SECCHI, B., 2000. *Prima lezione di urbanistica*. Bari: Laterza, 2000.

SECCHI, B., 2005, *La città del ventesimo secolo*. Roma: Laterza.

ZANFI, F., 2008, *Città latenti – Un progetto per l'Italia abusiva*. Milano: Bruno Mondadori;

La biodigestione anaerobica e gli ecosistemi umidi artificiali

GELL, K., 2008. *Review of Small Scale, Community Biogas in the Industrialized World*. Mimeo, Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

LETTINGA, G., 2008. "Towards feasible and sustainable environmental protection for all". In: *Aquatic Ecosystem Health & Management* 11 (1), pp. 116-124.

LETTINGA ASSOCIATES FOUNDATION, 2009. *Development of decentralised anaerobic digestion systems for application in the UK, Phase 1 – Final report*. Mimeo.

NELSON, M. TREDWELL, R., 2002. "Wastewater Gardens: Creating urban oases and greenbelts by productive use of the nutrients and water in domestic sewage". In: *Proceedings of the Conference on Cities as Sustainable Ecosystems*. Murdoch University. Perth, Australia.

NELSON, M., TREDWELL, R., CZECH, A., DEPUY, G., SURAJA, M., CATTIN, F., 2006. "Worldwide Applications of Wastewater Gardens and Ecoscaping: Decentralised Systems which Transform Sewage from Problem to Productive, Sustainable Resource". In: KURUVILLA, M., STEWART, D., GOEN, H., 2008. *Decentralised Water and Wastewater Systems - International Conference, Fremantle, Western Australia, 10-12 July 2006*. London: IWA Publications.

NELSON, M., CATTIN, F., RAJENDRAN, M., TREDWELL, R. HAFOUDA, L., 2008. "Value-adding through creation of high diversity gardens and ecoscapes in subsurface flow constructed wetlands: Case studies in Algeria and Australia of Wastewater Gardens systems". In: *Proceedings of 11th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control*. Indore, India.

VISMARA, R., MALPEI, F., CENTEMERO, M., a cura di, 2008. *Biogas da rifiuti solidi urbani – tecnologia, applicazioni, utilizzo*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

La ricerca Infra-Free e il caso studio

ANILIR, S., MATSUMURA, S. et al., 2008. *Infra-Free Life (IFL) – Proposal for a Spin Off Technology from Aerospace into Building Industry*, documentazione interna consultabile del Laboratorio Matsumura & Fujita, Università di Tokyo.

CHANG H. C., CARONITI, V., ANILIR, S., 2008. An alternative Infra-Free (IF) Management Scenario as a response to future Sub-Urban Society development. In: *Proceedings of the Conference of Asian City Planning 2008*. The University of Tokyo, 30/11/2008. Tokyo: pp. 92-101.

REGIONE CAMPANIA 2009. *PEAR – piano energetico ambientale regionale, Proposta di Piano – marzo 2009*. Napoli: CUEN.

APPENDICE

SCHEDA DI RILEVAMENTO DATI - SISTEMA RESIDENZIALE

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)	
InA.b.01		33	271		12	
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo				
A torre		A telaio				
Destinazione d’uso		Classe di abuso				
Residenziale		Nessun abuso dichiarato				
Dimensioni e consistenza fabbricato						
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)		
448	192	640	7.680	4		
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali					Tipologia aggregativa	
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		
(mq)		(mq)				
200		1.000		Agricolo	Incolto	
				in insediamento	isolata	singola

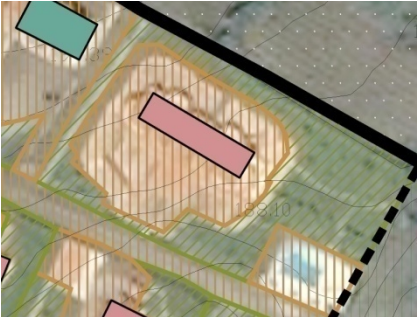


DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
16.956	33.912	93.222	11.220	126	532	658	2.111

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	4.420						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
InA.a.02	139/03	33	272-274		3			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Isolata		A telaio						
Destinazione d'uso		Classe di abuso						
Residenziale		Nessun abuso dichiarato			<div>Tipologia aggregativa</div> <div>Costruzione</div> <div>in insediamento isolata singola</div>			
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
263	113	376	2.256	2				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali								
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate				
(mq)		(mq)						
1.900		1.300		Agricolo	Incolto			



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
4.239	8.478	31.213	2.805	31	133	164	528

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	2.600						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine	
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)		
InA.b.03		33	3		0		
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo					
Isolata		A telaio					
Destinazione d’uso		Classe di abuso					
Residenziale		Nessun abuso dichiarato					
Dimensioni e consistenza fabbricato							
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)			
151	65	216	1.944	3			
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali					Tipologia aggregativa		
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate			
(mq)		(mq)		Agricolo Incolto			
0		700					
					Costruzione		
					in insediamento	isolata	singola

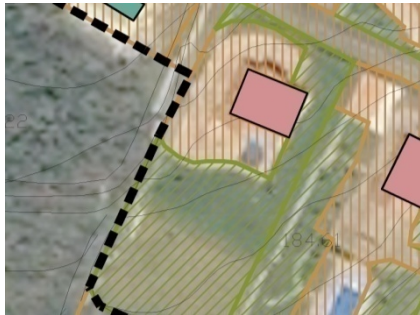


DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
0	0	0	0	0	0	0	0

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	1.560						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
InA.a.04	141/03	33	509		3			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Isolata		A telaio						
Destinazione d’uso		Classe di abuso						
Residenziale		Mutamento di destinazione d’uso						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
351	150	501	4.509	3				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						Tipologia aggregativa		
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		Costruzione		
(mq)		(mq)						
1.700		700		Agricolo Incolto		in insediamento	isolata	singola



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
4.239	8.478	31.213	2.805	31	133	164	528

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	3.640						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)	
InA.a.05	135/03	33	512		2	
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo				
Isolata		A telaio				
Destinazione d’uso		Classe di abuso				
Residenziale		Mutamento di destinazione d’uso				
Dimensioni e consistenza fabbricato						
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)		
80	160	240	2.160	3		
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali					Tipologia aggregativa	
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		
(mq)		(mq)		Agricolo Incolto		
1.700		1.000				
				Costruzione		
				in insediamento	isolata	singola



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
2.826	5.652	16.647	1.870	21	89	110	352

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	780						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine	
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)		
InA.a.06	133/03	33	160		4		
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo					
Isolata		A telaio					
Destinazione d’uso		Classe di abuso					
Residenziale		Mutamento di destinazione d’uso					
Dimensioni e consistenza fabbricato							
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)			
80	160	240	2.160	3			
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali					Tipologia aggregativa		
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate			
(mq)		(mq)					
2.400		600					
					Costruzione		
					in insediamento	isolata	singola

DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
5.652	11.304	16.647	3.740	42	177	219	704

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	1.040						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
InB.a.01	123/85	33	264		4			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Isolata		A telaio						
Destinazione d'uso		Classe di abuso						
Residenziale		Mutamento di destinazione d'uso						
Dimensioni e consistenza fabbricato						<div>Tipologia aggregativa</div> <div>Costruzione</div> <div>in insediamento</div> <div>isolata</div> <div>singola</div>		
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
119	237	356	3.200	3				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali								
Superficie non pavimentata (mq)		Superficie pavimentata (mq)		Presenza altre superfici non pavimentate				
1.900		900		Agricolo	Incolto			




DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
5.652	11.304	24.658	3.740	42	177	219	704

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	1.040						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
InB.a.02	28/85	33	98	1-4	8			
	105/94	33	328					
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
A torre		A telaio						
Destinazione d'uso		Classe di abuso						
Residenziale		Ampliamento fabbricato residenziale						
Residenziale		Mutamento di destinazione d'uso Opera non valutabile in termini di superficie o di volume						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
172	320	492	4.428	3				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						Tipologia aggregativa		
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		Costruzione		
(mq)		(mq)						
1.600		800		Agricolo	Incolto	in insediamento	isolata	singola





DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
11.304	22.608	71.664	7.480	84	355	439	1.407

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	3.380						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
InB.a.03	62/03	33	502		5			
	63/03							
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Isolata		A telaio						
Destinazione d’uso		Classe di abuso						
Residenziale		Mutamento di destinazione d’uso						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
830	356	1.185	10.665	3				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali								
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate				
(mq)		(mq)		Agricolo				
7.500		2.400		Incolto				
						Costruzione		
						in insediamento isolata singola		




DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
7.065	14.130	52.021	4.675	52	222	274	880

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	8.580						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine			
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)				
InB.a.04	83/85	33	99		0				
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo							
A torre		A telaio							
Destinazione d’uso		Classe di abuso							
Residenziale		Mutamento di destinazione d’uso							
Dimensioni e consistenza fabbricato									
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)					
317	136	453	4.077	3					
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						Tipologia aggregativa			
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		Costruzione			
(mq)		(mq)							
3.500		700		Agricolo		Incolto	in insediamento	isolata	singola


DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
0	0	0	0	0	0	0	0

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	3.120						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
InB.a.05	90/85	33	249/b		1			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
A torre		A telaio						
Destinazione d’uso		Classe di abuso						
Residenziale		Mutamento di destinazione d’uso						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
302	130	432	3.888	3				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali					Tipologia aggregativa			
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate				
(mq)		(mq)						
3.800		200		Agricolo	Incolto	in insediamento	isolata	singola



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
1.413	2.826	10.404	935	10	45	55	176

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	3.120						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
InB.b.06		33	522		0			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Isolata		A telaio						
Destinazione d’uso		Classe di abuso						
Residenziale		Nessun abuso dichiarato						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
399	171	570	5.130	3				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						Tipologia aggregativa		
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate				
(mq)		(mq)						
2.800		200						
						Costruzione		
						in insediamento	isolata	singola



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
0	0	0	0	0	0	0	0

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	3.900						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)	
InB.b.07						
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo				
Destinazione d’uso		Classe di abuso				
Non residenziale (dep.)		Nessun abuso dichiarato				
Dimensioni e consistenza fabbricato						
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)		
		100	300	1		
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		
(mq)		(mq)				
Vedi InB.a.01		Vedi InB.a.01		Agricolo	Incolto	

Tipologia aggregativa			
Costruzione			
in insediamento	isolata	singola	



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)	
Si.b.02		33	528		7	
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo				
Isolata		A telaio				
Destinazione d’uso		Classe di abuso				
Residenziale		Nessun abuso dichiarato				
Dimensioni e consistenza fabbricato						
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)		
389	167	555	4.995	3		
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali					Tipologia aggregativa	
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		
(mq)		(mq)		Agricolo		
300		1.200		Incolto		
					Costruzione	
					in insediamento	
					isolata	
					singola	

DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
9.891	19.782	72.829	6.545	73	311	384	1.231

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	3.900						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine	
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)		
Si.a.03	06/85	33	303		2		
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo					
Isolata		A telaio					
Destinazione d’uso		Classe di abuso					
Residenziale		Mutamento di destinazione d’uso					
Dimensioni e consistenza fabbricato							
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)			
148	64	212	1.272	2			
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali					Tipologia aggregativa		
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate			
(mq)		(mq)					
1.100		400					
					Costruzione		
					in insediamento		
					isolata		
					singola		



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
2.826	5.652	20.808	1.870	21	89	110	352

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	1.300						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)	
Si.b.04		33	490		1	
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo				
Isolata		In muratura				
Destinazione d’uso		Classe di abuso				
Residenziale		Nessun abuso dichiarato				
Dimensioni e consistenza fabbricato						
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)		
168	72	240	2.160	3		
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		
(mq)		(mq)				
0		400		Agricolo	Incolto	
Tipologia aggregativa						
Costruzione						
in insediamento		isolata		singola		

DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
1.413	2.826	10.404	935	10	45	55	176

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	1.560						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
Si.b.01		33	16		0			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Isolata		In muratura						
Destinazione d'uso		Classe di abuso						
Residenziale		Nessun abuso dichiarato						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
94	40	134	804	2				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						Tipologia aggregativa		
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		Costruzione in insediamento isolata singola		
(mq)		(mq)						
0		300		Agricolo Incolto				



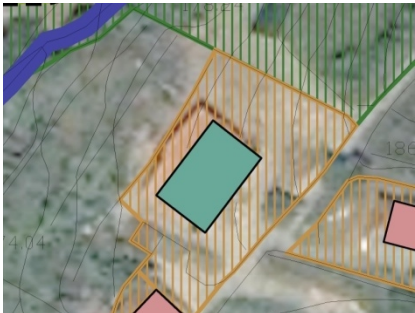


DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

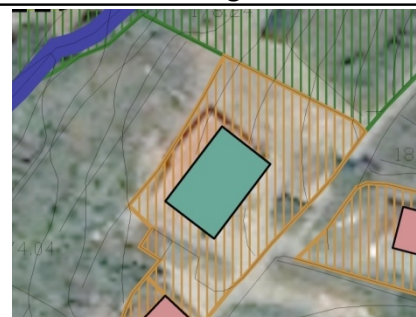
Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
0	0	0	0	0	0	0	0

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	780						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
Is.b.01		33	584		6			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Isolata		A telaio						
Destinazione d'uso		Classe di abuso						
Residenziale		Nessun abuso dichiarato						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
447	191	638	3.828	2				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						Tipologia aggregativa		
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		Costruzione in insediamento isolata singola		
(mq)		(mq)						
0		1.500						
				Agricolo	Incolto			





DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
8.478	16.956	62.425	5.610	63	266	329	1.056

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	4.420						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)	
Is.b.02		-	-		4	
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo				
Isolata		A telaio				
Destinazione d’uso		Classe di abuso				
Residenziale		Nessun abuso dichiarato				
Dimensioni e consistenza fabbricato						
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)		
228	98	326	1.956	2		
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali					Tipologia aggregativa	
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		
(mq)		(mq)				
0		700				
					Costruzione	
					in insediamento isolata singola	


DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
5.652	11.304	41.617	3.740	42	177	219	704

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	2.340						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)	
Is.a.03	76/94	33	21-137		0	
	77/94					
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo				
Isolata		A telaio				
Destinazione d’uso		Classe di abuso				
Residenziale		Ampliamento fabbricato residenziale				
Dimensioni e consistenza fabbricato						
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)		
275	118	393	3.537	3		
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		
(mq)		(mq)				
0		700		Agricolo	Incolto	
Costruzione						
in insediamento		isolata		singola		



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
0	0	0	0	0	0	0	0

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	2.860						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine			
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)				
Is.a.04	125/85	33	19		3				
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo							
Isolata		In muratura							
Destinazione d’uso		Classe di abuso							
Residenziale		Ampliamento fabbricato residenziale							
Dimensioni e consistenza fabbricato									
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)					
146	62	208	1.248	2					
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali					Tipologia aggregativa				
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate	Costruzione				
(mq)		(mq)							
0		400							
					Agricolo	Incolto	in insediamento	isolata	singola



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
4.239	8.478	30.297	2.805	31	133	164	528

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	1.300						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)	
Is.b.05						
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo				
Destinazione d’uso		Classe di abuso				
Non residenziale (dep.)		Nessun abuso dichiarato				
Dimensioni e consistenza fabbricato						
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)		
		54	162	1		
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		
(mq)		(mq)				
0		0		Agricolo	Incolto	
Costruzione						
in insediamento		isolata		singola		



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)	
Is.a.06	43/85	31	200		12	
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo				
Isolata		In muratura				
Destinazione d’uso		Classe di abuso				
Residenziale		Ampliamento fabbricato residenziale				
Dimensioni e consistenza fabbricato						
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)		
97	41	138	828	2		
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali					Tipologia aggregativa	
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		
(mq)		(mq)		Agricolo Incolto		
0		600				
					Costruzione	
					in insediamento	isolata
					singola	



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
16.956	33.912	20.101	11.220	126	532	658	2.111

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	3.120						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)	
Is.b.07		31	741-742		5	
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo				
Isolata		In muratura				
Destinazione d’uso		Classe di abuso				
Residenziale		Nessun abuso dichiarato				
Dimensioni e consistenza fabbricato						
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)		
99	43	142	852	2		
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		
(mq)		(mq)				
0		0		Agricolo	Incolto	
Tipologia aggregativa						
Costruzione						
in insediamento		isolata		singola		



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
7.065	14.130	20.684	4.675	52	222	274	880

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	1.300						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine			
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)				
Is.b.08		33	58		16				
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo							
Isolata		A telaio - In muratura							
Destinazione d’uso		Classe di abuso							
Residenziale		Nessun abuso dichiarato							
Dimensioni e consistenza fabbricato									
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)					
46	280	326	2.934	3					
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali					Tipologia aggregativa				
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate	Costruzione				
(mq)		(mq)							
0		1.700							
					Agricolo	Incolto	in insediamento	isolata	singola




DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
22.608	45.216	142.454	14.960	168	709	877	2.815

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	7.020						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
Is.a.09	75/94	33	238		0			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Destinazione d’uso		Classe di abuso						
Non residenziale (dep.)		Nuova costruzione						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
		84	263	2				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						Tipologia aggregativa		
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		Costruzione		
(mq)		(mq)						
Vedi Is.b.08		Vedi Is.b.08		Agricolo	Incolto	in insediamento	isolata	singola

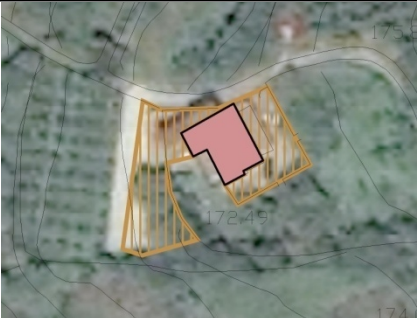


DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
Is.a.10	68/85	33	41		4			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Isolata		A telaio						
Destinazione d’uso		Classe di abuso						
Residenziale		Ampliamento fabbricato residenziale						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
518	222	740	8.880	4				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						Tipologia aggregativa		
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		Costruzione		
(mq)		(mq)						
0		700		Agricolo	Incolto	in insediamento	isolata	singola



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
5.652	11.304	41.617	3.740	42	177	219	704

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	5.200						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
Is.b.11		33	68-69		2			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Isolata		In muratura						
Destinazione d’uso		Classe di abuso						
Residenziale		Nessun abuso dichiarato						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
361	155	516	6.192	4				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						Tipologia aggregativa		
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate				
(mq)		(mq)						
0		200						
						Costruzione		
						in insediamento	isolata	singola




DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
2.826	5.652	20.808	1.870	21	89	110	352

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	3.640						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
Is.b.12		33	53-54		0			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Isolata		In muratura						
Destinazione d’uso		Classe di abuso						
Residenziale		Nessun abuso dichiarato						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
162	69	231	2.079	3				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						Tipologia aggregativa		
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		Costruzione		
(mq)		(mq)						
0		0		Agricolo	Incolto	in insediamento	isolata	singola




DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
0	0	0	0	0	0	0	0

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	1.560						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
Is.b.13		33	48		0			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Isolata		In muratura						
Destinazione d’uso		Classe di abuso						
Residenziale		Nessun abuso dichiarato						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
225	96	321	2.889	3				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						Tipologia aggregativa		
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		Costruzione		
(mq)		(mq)						
0		0						
				Agricolo	Incolto	in insediamento	isolata	singola



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
0	0	0	0	0	0	0	0

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	2.080						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
Is.b.14		33	70		0			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Isolata		In muratura						
Destinazione d’uso		Classe di abuso						
Residenziale		Nessun abuso dichiarato						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
137	59	195	1.755	3				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali					Tipologia aggregativa			
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		Costruzione		
(mq)		(mq)						
0		0		Agricolo	Incolto			
						in insediamento	isolata	singola




DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
0	0	0	0	0	0	0	0

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	1.300						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
Is.b.15		33	73		0			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Isolata		In muratura						
Destinazione d’uso		Classe di abuso						
Residenziale		Nessun abuso dichiarato						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
197	85	282	2.538	3				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						Tipologia aggregativa		
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		Costruzione		
(mq)		(mq)						
0		300						
						in insediamento isolata singola		

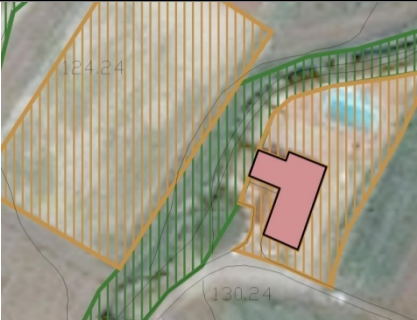


DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
0	0	0	0	0	0	0	0

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	1.820						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
Is.a.16	06/85	33	77		5			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Isolata		A telaio						
Destinazione d'uso		Classe di abuso						
Residenziale		Mutamento di destinazione d'uso						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
483	207	690	6.210	3				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						Tipologia aggregativa		
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		Costruzione		
(mq)		(mq)						
0		1.000+2.600		Agricolo Incolto		in insediamento	isolata	singola



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
7.065	14.130	52.021	4.675	52	222	274	880

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	4.940						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)	
Is.a.17	202/85	33	180			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo				
Destinazione d’uso		Classe di abuso				
Non residenziale (dep.)		Ampliamento fabbricato				
Dimensioni e consistenza fabbricato						
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)		
		198	600	3		
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		
(mq)		(mq)				
0		0		Agricolo	Incolto	

Tipologia aggregativa		
Costruzione		
in insediamento	isolata	singola



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)	
Is.b.18		33	80			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo				
Destinazione d’uso		Classe di abuso				
Non residenziale (dep.)		Nessun abuso dichiarato				
Dimensioni e consistenza fabbricato						
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)		
		490	1.470	3		
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		
(mq)		(mq)				
0		0		Agricolo	Incolto	
Costruzione						
				in insediamento	isolata	
				singola		




DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
Is.b.19								
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Destinazione d’uso		Classe di abuso						
Non residenziale (dep.)		Nessun abuso dichiarato						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
		400	1.200	3				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali						Tipologia aggregativa		
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		Costruzione		
(mq)		(mq)						
0		0						
				Agricolo	Incolto	in insediamento	isolata	singola



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)	
Is.b.20		33	126		3	
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo				
Isolata		A telaio				
Destinazione d’uso		Classe di abuso				
Residenziale		Nessun abuso dichiarato				
Dimensioni e consistenza fabbricato						
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)		
273	117	390	3.510	3		
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali					Tipologia aggregativa	
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		
(mq)		(mq)				
0		200		Agricolo	Incolto	
					Costruzione	
					in insediamento	isolata
						singola



DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
4.239	8.478	31.213	2.805	31	133	164	528

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	2.600						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
Is.b.21		33	338-339		4			
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
A schiera		A telaio						
Destinazione d’uso		Classe di abuso						
Residenziale		Nessun abuso dichiarato						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
401	172	573	5.157	3				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali								
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate				
(mq)		(mq)						
0		600						
						Tipologia aggregativa		
						Costruzione		
						in insediamento	isolata	singola




DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)
5.652	11.304	41.617	3.740	42	177	219	704

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)
Imhoff	4.160						

DATI FABBRICATO

Identificazione fabbricato		Dati catastali – N.C.E.U.			Residenti	Immagine		
Cod. loc.	N° pratica	Foglio	Part.	Sub.	(n.)			
Is.a.22	165/85	33	57/b					
Tipologia edilizia		Sistema costruttivo						
Destinazione d’uso		Classe di abuso						
Non residenziale (dep.)		Nuova costruzione						
Dimensioni e consistenza fabbricato								
Su (mq)	Snr (mq)	Superficie tot. (mq)	Volume (mc)	Piani (n.)				
		96	239	1				
Dimensioni e consistenza spazi aperti pertinenziali								
Superficie non pavimentata		Superficie pavimentata		Presenza altre superfici non pavimentate		Costruzione		
(mq)		(mq)						
0		0		Agricolo	Incolto	in insediamento	isolata	singola

DATI STIMATI CONSUMI PER UTENZA

Consumi energetici				Consumi acqua			Prod. rifiuti
Cucina (MJ/anno)	Acqua calda (MJ/anno)	Riscaldamento (MJ/anno)	Elettricità (kWh/anno)	Acque nere (m³/anno)	Acque grigie (m³/anno)	Totale (m³/anno)	Rifiuti org. (kg/anno)

TECNOLOGIE IPOTIZZATE PER IL TRATTAMENTO E LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Caratteristiche		Ingombro			Costi		
Tipologia	Capacità (lt)	Lunghezza (ml)	Larghezza (ml)	Profondità (ml)	Installazione (€/anno)	Gestione (€/anno)	Manutenzione (€/anno)